Издательство «Знание»

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Новое в жизни, науке, технике

Подписная научно-популярная серия

Издается ежемесячно с 1988 г.

Машинная графика и геометрия

1991

1

Новое
в жизни,
науке,
технике

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Подписная
научно-
популярная
серия

1/1991

Издается
ежемесячно
с 1988 г.

МАШИННАЯ ГРАФИКА И ГЕОМЕТРИЯ

В номере:

Ю. В. КОТОВ
Обзор систем машинной графики и геомерии

А. А. ПАВЛОВА
Базовая графика версий языка БЕЙСИК, близких к MSX

О. Д. ЛЮБУТОВ
Редактор спрайтов для БК-0010

А. М. НАДЕЖИН
Графические средства БК-0010

РУБРИКИ
Нам пишут

"Знание"
Москва
1991

ББК 32.97
М 38

Авторы выпуска

КОТОВ Юрий Владимирович — заведующий лабораторией МАДИ, программист, разработчик нескольких версий программной системы АВГРАФ.

ЛЮБУТОВ Олег Дмитриевич — инженер, программист.

НАДЕЖИН Алексей Михайлович — оператор ЭВМ, программист.

ПАВЛОВА Анна Абрамовна — кандидат технических наук, доцент кафедры машиноведения Московского педагогического университета им. В.И.Ленина.

ШАПОВАЛОВ Дмитрий Александрович — военнослужащий, программист.

РЕДАКТОР Б. М. ВАСИЛЬЕВ

ISBN 5-07-001871-x

© Издательство "Знание", 1991 г.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Предлагаемая вашему вниманию брошюра открывает тематическую подборку выпусков под общим названием "машинная графика и геометрия", которые предполагается публиковать, начиная с этого года. Публикация брошюр по данной тематике обусловлена большим и постоянным интересом, проявляемым к ней со стороны широкой читающей аудитории. К подготовке брошюр планируется активно привлекать членов Секции геометрического моделирования Научного совета АН СССР по комплексной проблеме "Математическое моделирование" и Научно-технического и творческого графического общества "ГРАФО". В частности, в этих брошюрах предполагается публиковать материалы заседаний постоянно действующего международного семинара "Компьютеры и геометрическое мышление", участие в которых, с нашей точки зрения, было бы весьма полезным для читателей, интересующихся вопросами машинной графики и геометрии (справочная информация о семинаре содержится в этом выпуске).

Хотелось бы надеяться, что данные брошюры встретят интерес и положительный отклик у научных работников, проектировщиков, дизайнеров, художников, преподавателей, программистов и представителей других профессий, которые используют или собираются использовать в своей деятельности современные средства и методы машинной графики и геометрии.

Председатель Секции геометрического моделирования Научного совета АН СССР по комплексной проблеме "Математическое моделирование", заместитель председателя правления Научно-технического и творческого графического общества "ГРАФО"

В.В.Пилюгин

По сообщениям специалистов разных стран, автоматизированные системы проектирования, включающие подсистемы машинной геометрии и графики, способны в несколько раз повысить производительность труда, в несколько раз сократить сроки проектирования и внедрения новой продукции в производство. На ряде предприятий передовых областей промышленности ручной процесс проектирования, изготовления чертежей почти полностью вытесняется автоматизированным.

Ю.В.Котов

ОБЗОР ТЕХНИКИ ДЛЯ МАШИННОЙ ГРАФИКИ И ГЕОМЕТРИИ

В научных исследованиях, в управлении производством и его технологической подготовке, в проектировании и конструкторских работах, во всех этих и других областях необходимы машинная графика и родственная ей машинная геометрия. Под машинной графикой понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью ЭВМ и различных графических устройств. Основные задачи машинной геометрии — моделирование в ЭВМ геометрических объектов и образов, автоматизированное решение геометрических задач, проведение геометрических расчетов.

Работа с ЭВМ требует определенных изменений в традиционных методах проектирования, исследований, в других видах деятельности, изменений технологии работы, даже обновленного мировосприятия, переоценки привычных ценностей у конструкторов, проектировщиков, исследователей, педагогов. В целом машинная геометрия и графика (как и системы автоматизированного проектирования или исследований) могут быть представлены такими основными частями:

- техническое или аппаратное обеспечение — ЭВМ, периферийные устройства;
- программно-математическое обеспечение, в том числе различные алгоритмы и математические методы, машинные языки и способы хранения информации.

Легкость общения, в том числе легкость получения несложных картинок на экране, иногда приводит к несерьезному отношению и к компьютеру, и к машинной графике, к недооценке их сложности и многообразия, возможностей их профессионального использования. От этого хотелось бы предостеречь особенно молодых читателей.

Многообразие машинной геометрии-графики. В настоящее время параллельно развивается несколько направлений машинной графики и геометрии в разных областях применения, для разных типов ЭВМ и графического обрудования, для разных классов изображений. Отметим некоторые из них:

- для автоматизированного проектирования в машиностроении и строительстве, а также в художественном конструировании;
- в сфере проектирования электроники, печатных плат, микросхем и т.п.;
- программное управление станками, роботами-манипуляторами и подготовкой автоматизированного производства;

- цветная и полутоновая графика для формирования реалистических изображений пространственных объектов, в том числе для машинной мультипликации;

- автоматизированная обработка изображений, их хранение, пересылка, анализ, распознавание образов;

- иллюстративная и деловая графика, наглядное представление информации в исследованиях, системах управления, на производстве и др.

- специализированная графика в полиграфии, издательстве, рекламе; связь машинной графики и современной фотограмметрии;

- учебная и игровая графика.

Иногда машинная графика выступает как своеобразный новый жанр искусства.

Тем не менее в разных направлениях и реализациях машинной графики и геометрии много общего; окружающий нас мир и геометрические закономерности в нем едины, и моделирование таких общеизвестных фигур, как окружности, эллипсы, плоскости, сферы, а также таких операций, как симметрия или параллельный перенос, имеет общую фундаментальную базу.

Чтобы далее можно было более четко классифицировать графические устройства да и программное обеспечение, предварительно имеет смысл разделить их по классам и типам изображения.

Простейшими являются по-видимому изображения, составленные из отрезков, ломаных, кривых линий. Иногда их называют штриховыми, линейчатыми. Векторные — это более узкий класс изображений, где все линии моделируются из больших или маленьких отрезков-векторов. Штриховые изображения можно, в свою очередь, разделить на подклассы в зависимости от того, будут ли все линии одной толщины и цвета (или яркости) либо используется несколько различных толщин, либо несколько возможных цветов. Другой класс — аппликационные изображения, они имеют вид черно-белых или цветных областей, пятен. Еще более сложными представляются черно-белые и цветные полутоновые изображения, Здесь цвет и яркость могут меняться постепенно от точки к точке, что мы и видим на фотографиях, в кино, на экранах телевизоров.

Вид самих изображений связан с возможными способами их технического воспроизведения (или чтения специальными приборами). В самых общих чертах — изображения могут воспроизводиться либо траекторным (векторным, поэлементным) способом, т.е. по отдельным линиям, отрезкам, векторам, символам, либо растровым, матричным способом. Траекторным способом изображения можно не только чертить, но и гравировать, вырезать из какого-либо материала. Однако этим путем крайне трудно получать полутоновые изображения. Растровый способ в этом отношении универсальнее, хотя качество результата здесь сильно зависит от количества точек, слагающих изображение, — степени, так сказать, дискретности.

Машинная графика конструктивного направления, используемая в автоматизированном проектировании и сходных областях, для визуального отображения графиков различных функций и расчетных процессов в основном начиналась с траекторного, поэлементного воспроизведения изображений. В последние годы все больше расширяется цветная и полутоновая растровая графика. Известно, что экраны почти всех персональных ЭВМ работают на растровом принципе.

Графические возможности периферийных устройств ЭВМ

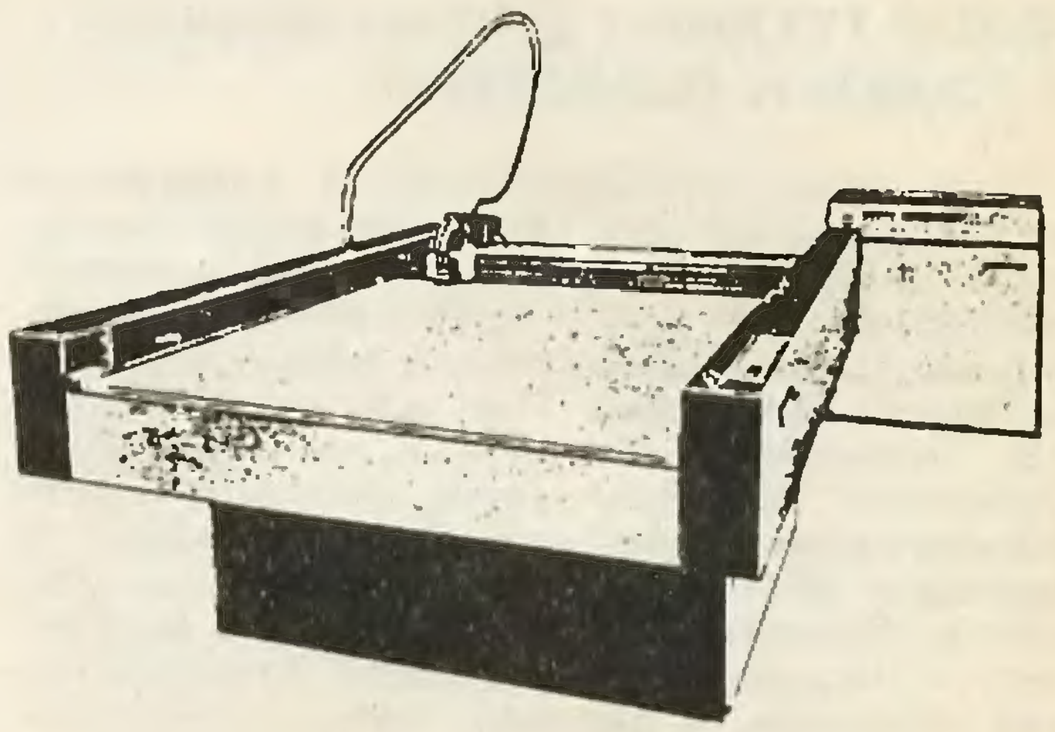
Большинство графических устройств — это отдельные аппараты и установки, подсоединяемые к вычислительным машинам или работающие автономно от промежуточного носителя информации — перфоленты, магнитной ленты и т.п. В состав некоторых устройств входят сложные электронные схемы или даже специализированные управляющие мини-ЭВМ, микропроцессоры, что повышает их автономность и собственный "интеллект".

Электромеханические графопостроители. Пожалуй, к наиболее традиционным типам графических устройств вывода относятся электромеханические графопостроители, или автоматические чертежные машины, а также чертежно-графические автоматы, автоматические координатографы и др. Это устройства траекторного принципа действия, в которых изображение (по отдельным линиям и фигурам) движущимся инструментом наносится на бумагу, пленку или другой носитель изображения. Графопостроители выпускаются самых разных размеров — от миниатюрных настольных, рассчитанных на формат обычной писчей бумаги, и до больших машин 5,6 метров длины и более, на которых в натуральную величину чертятся кузова автомобилей, детали самолетов или станков. Конструктивно графопостроители разделяются на несколько групп:

- планшетные — с плоским столом, на котором укрепляется бумага или другой материал;

- рулонные, в которых перфорированная бумага разматывается с рулона и в процессе черчения перематывается по ведущему валику или барабанчику вперед-назад. Одновременно вдоль оси этого барабанчика передвигаются перья;

- валиковые, рассчитанные на форматные листы бумаги, которые зажимаются между

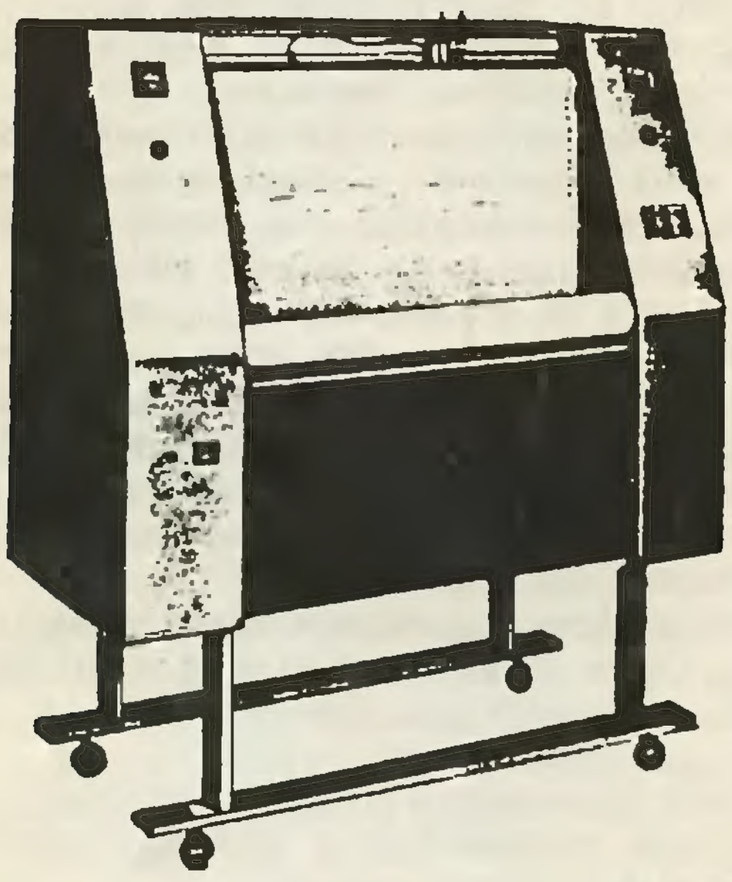


шероховатым ведущим валиком и прижимными роликами;

- барабанные, конвейерные и некоторые другие специальные конструкции; в барабанных построителях лист бумаги укрепляется, например, на пустотелом вращающемся барабане, в конвейерных — на пластиковой кольцевой ленте, перематывающейся по двум барабанам.

Чертят графопостроители шариковыми стержнями, тонкими волоконными перьями — фломастерами, трубчатыми перьями типа рапидографа.

Графопостроители снабжаются своими более или менее сложными электронными блоками. В простейшем случае такой блок по отдельным командам переключает ток в обмотках двух электродвигателей, перемещающих инструмент по двум координатам, а также ток в электромагнитах включения-выключения инструмента.

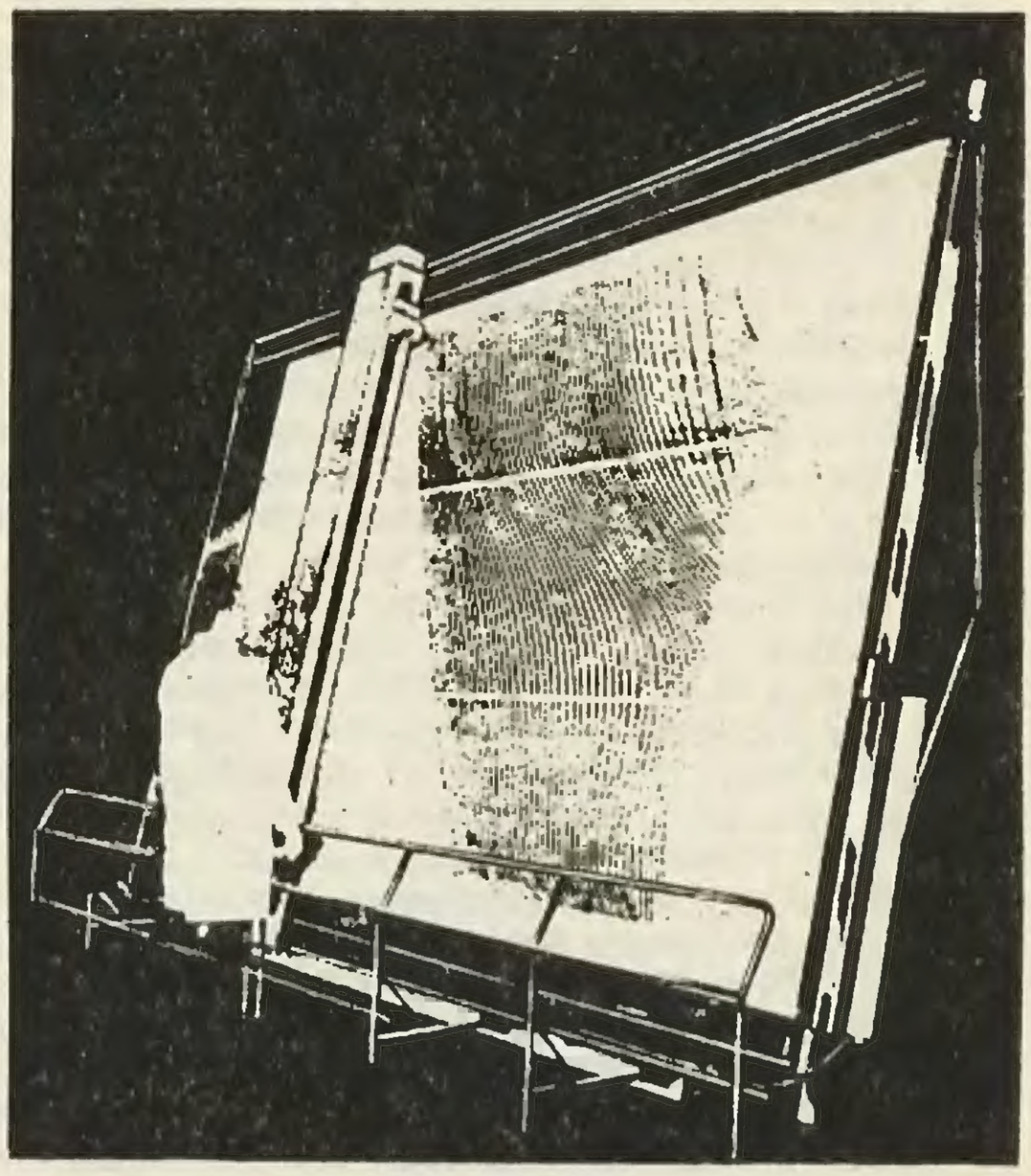


Более сложные блоки содержат специальные схемы — линейные интерполяторы. Эти схемы сами управляют двигателями привода так, чтобы образовывались прямолинейные отрезки (или холостые ходы). ЭВМ для каждого отрезка передает либо координаты его конечной точки, либо приращения координат (т.е. как бы проекции отрезка, как вектора, на координатные оси).

Еще большими возможностями обладают линейно-круговые интерполяторы, которые могут вычерчивать не только отрезки, но и окружности, дуги. Это дополнительно сокращает объем данных, передаваемых от ЭВМ,

так как при наличии только линейного интерполятора окружности, как и другие кривые, составляются из множества мелких отрезочков. Для сложных профессиональных машин предусматриваются еще более сложные схемы интерполяции.

Управляющие блоки графопостроителей нередко выполняют и такие дополнительные функции, как образование штриховых и штрих-пунктирных линий (за счет периодического выключения и включения инструмента), вычерчивание букв и цифр, дополнительных



символов (генератор символов), изменение масштаба чертежа, отсечение выходящих за заданные пределы линий и т.д.

Информация передается блоку управления от ЭВМ, для этого построители снабжаются дополнительными устройствами считывания. А чтобы можно было передавать информацию не отдельными командами, а более крупными пачками, построители снабжаются собственной буферной памятью.

Надо сказать, что в настоящее время многие из отмеченных функций и ряд дополнительных реализуются и в малогабаритных построителях, подключаемых к персональным ЭВМ. Блоки управления больших профессиональных машин нередко включают собственные процессоры, специализированные программируемые ЭВМ. В этих случаях вспомогательные функции могут дополнительно расширяться: чертеж, информация о котором подготовлена на центральной ЭВМ, может быть, например, вычерчен по частям, с поворотом или в другом масштабе, одним или несколькими инструментами и т.д.

Основные характеристики графопостроителей — размер поля чертежа, точность и дискретность черчения (величина элементарного шага; метрическая точность по полю чертежа, конечно, не может быть выше), скорость черчения. Скорость черчения у современных аппаратов переменна: мелкие детали чертятся медленнее, на более длинных отрезках или дугах перо разгоняется.

Надо сказать, что за последнее десятилетие точность и скорость работы графопостроителей значительно возросли. Максимальная

скорость лучших конструкций составляет 1 м/с и более, в связи с чем даже тушь из перьев иногда приходится выжимать под давлением. Каллиграфичность же явно превосходит возможности ручной работы.

В мировой практике наиболее известны фирмы, изготовляющие графопостроители: в США — Cal Comp, Gerber, Tektronix Hewlett Packavd; в Англии — Quest, в Германии — Awisto, во Франции — Benson.

Рулонные и валиковые построители, как правило, не рассчитаны на выпуск особо точных чертежей, но они дешевле и компактнее планшетных. Для точных работ, для гравирования выпускаются достаточно сложные и точные конструкции с жестким приводом — зубчатыми рейками, ходовыми винтами и т.п. В этой области применяются специальные дополнительные приспособления, такие, например, как головки для светового черчения по фотоматериалам, в том числе и для впечатывания в изображения стандартных фигурок; телекамеры, устанавливаемые на рабочей головке, и дополнительные пульты управления с телеэкранами, позволяющие подводить инструмент, дорабатывать чертежи, замерять координаты точек и считывать элементы изображения с готовых чертежей.

Помимо миниатюрных настольных аппаратов, подключаемых к ПЭВМ, выпускают небольшие приставки к ручному чертежному прибору (типа "Кульман"), их прикрепляют вместо линеек. Такая приставка фирмы "Ротринг" (ФРГ) напоминает карманный калькулятор с клавиатурой, в выступающее из ее верхнего среза гнездо вставляется перо- "рапидограф". После установки размера шрифта и набора надписи на клавиатуре это перо, как у графопостроителя, вычерчивает нужную надпись. Приставка может изображать и другие типовые элементы чертежа, наносить штриховку и выполнять другие операции.

Коснемся несколько подробнее некоторых распространенных у нас конструкций.

Планшетный построитель ЕС-7051 и рулонные ЕС-7052, ЕС-7053 (рассчитаны на бумагу соответственно 420 и 870 мм ширины) предназначены для подключения к ЭВМ серии ЕС. Электронные блоки для ЕС-7051 и ЕС-7053 (практически одинаковые) включают в себя линейно-круговые интерполяторы, генераторы штриховых линий и символов, буферную память, схемы приема информации от устройства чтения с перфоленты и из канала ЭВМ, схемы регулировки скорости и др. Бумага прижимается к столу планшетного устройства вакуумным "подсосом". Электроника ЕС-7052 устроена несколько проще, нет, например, буферной памяти. Все три устройства снабжены головками с гнездами для трех трубчатых перьев, включаемых соответствующими командами. Скорость черчения, особенно у планшетного устройства, невелика. При вычерчивании мелких деталей изображения она составляет порой около 5 мм/с. Стандартные комплекты этих устройств, к сожалению, не комплектуются считывателем с магнитной ленты.

Построители "Дигиграф" ЕС-7907 производства ЧСФР выпускаются с двумя размерами планшетов. Электронный блок, размещенный под планшетом, включает специализированную микро-ЭВМ. Этот "интеллектуальный" блок управления обеспечивает линейную и круговую интерполяцию, улучшенный процесс генерации штрихов (даже если линии составляются из мелких отрезков), вычерчивание текстовых и цифровых надписей, регулировку скорости черчения и ускорений и много дополнительных сервисных операций. Стеклянная поверхность планшета с нижней стороны имеет металлическое зеркальное покрытие, на которое подается высокое напряжение для крепления бумаги электростатическим полем.

Малогабаритный настольный графопостроитель нового поколения СМ-6470 может подключаться к ЭВМ серии СМ, персональным компьютерам. Размер планшета достаточен для размещения одинарного или двойного листа писчей бумаги. Скорость черчения для планшета такого размера до 300 мм/с. Любопытна выполненная по современной моде система смены перьев. Шесть перьев разной толщины или цвета могут устанавливаться в неподвижные гнезда по краю планшета. Рабочая головка с одним держателем по заданной команде берет перо из неподвижного гнезда и работает им, пока не поступит команда сменить это перо на другое.

Растровые построители и печатающие устройства. К настоящему времени набирается уже довольно длинный список типов и разновидностей таких устройств; основные из них следующие:

- механические игольчатые печатающие устройства (для вывода алфавитно-цифровой и графической информации);
- электростатические;
- электрохимические и электротермические;
- лазерные устройства с электростатическим процессом;
- инжекционные (струйные);
- фотозаписывающие.

Игольчатыми печатающими устройствами комплектуются большинство персональных компьютеров. Печатающая головка имеет несколько (9,12 или 24) иголок, расположенных в вертикальный ряд. Она пробегает вдоль строки бумаги, печатая из мелких точек буквы, цифры, знаки или полосу графического изображения.

В электрографических устройствах бумага, пропитанная специальным электризующимся составом, разматывается с рулона и проходит над поперечным рядом эектродов. В определенные моменты нужные электроды заряжают точки на бумаге. Проходя дальше, бумага попадает под струю краски — суспензии в специальном растворителе. Частички краски прилипают к наэлектризованным точкам, образуя элементы изображения. Дальше бумага обдувается вентилятором и подсушивается. Устройства работают бесшумно. Они рассчитаны на разную ширину бумаги, в том числе специальные графические установки — на ширину бумаги около 2 м. Дискретность этих устройств составляет от 4 до 10 точек на миллиметр. Скорость работы не зависит от сложности изображения. Большие сложно деталированные чертежи могут быть получены во много раз быстрее, чем на перьеввых графопостроителях.

Электрохимические и электротермические устройства также работают со специальными сортами бумаги (в чем их определенная слабость). Бумага под действием электродов синеет, краснеет или чернеет.

В лазерных устройствах регулируемый луч лазера заряжает или разряжает точки на селеновой пластине (или барабане), затем эта селеновая поверхность приводится в контакт с порошкообразным красителем, прилипающим к активизированным точкам, после чего

изображение с поверхности переносится на бумагу. Благодаря плотности (мелкости) растра, не связанного с размером механических частей, такие устройства могут давать изображения высокой разрешающей способности, в том числе служащие оригиналами для полиграфического процесса. Выпускаются цветные лазерные устройства.

Инжекционные устройства имеют рабочую головку с рядом микрофорсунок, из которых выбрызгивается краска.

Несмотря на кажущуюся инерционность процесса "выбрызгивания" эти устройства могут работать очень быстро и успешно конкурируют с лазерными.

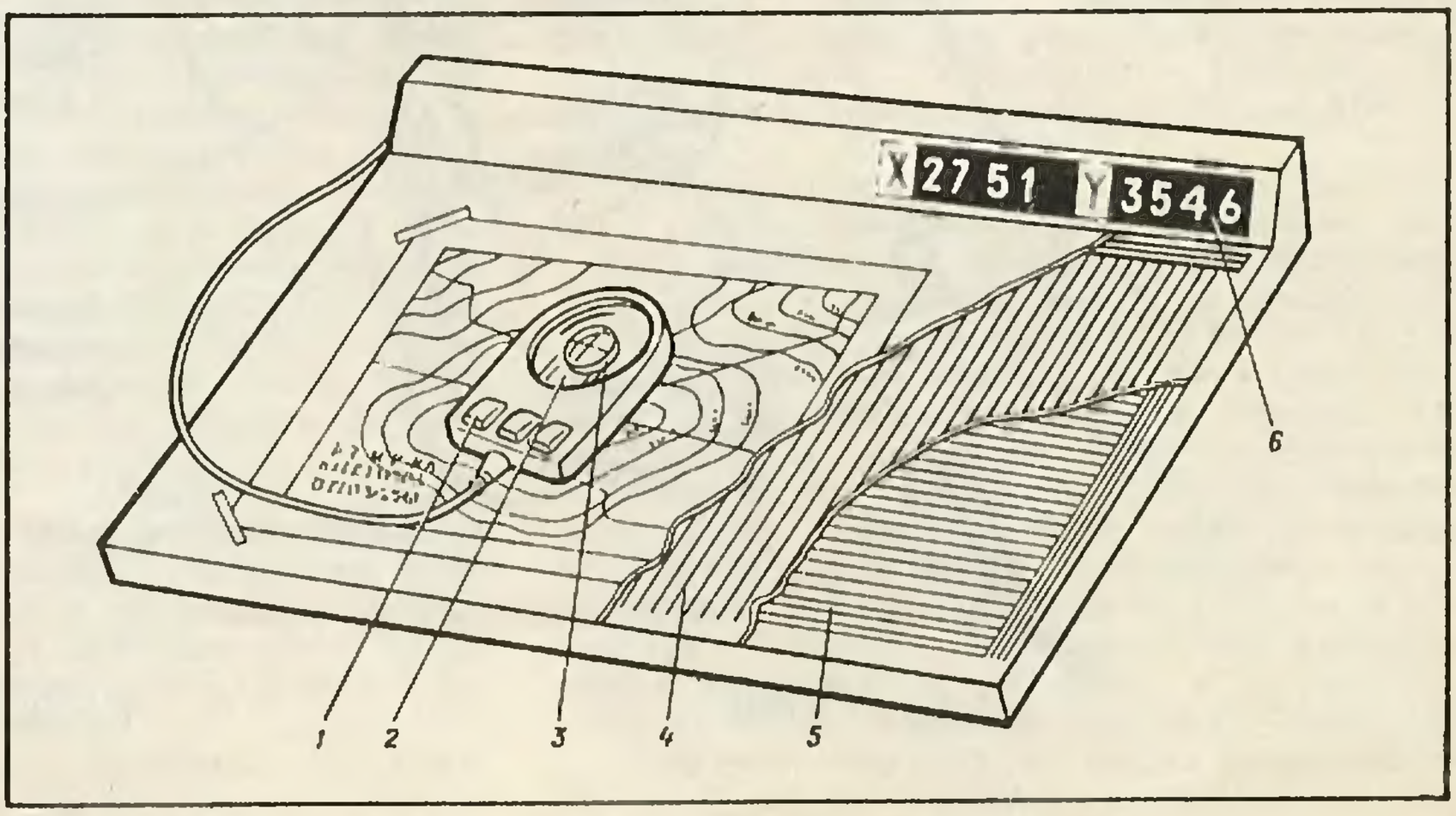
Наиболее высококачественные и по-настоящему полутоновые и цветные изображения могут быть получены на фотозаписывающих аппаратах, принцип действия которых близок к фототелеграфу. Нередко эти аппараты и конструктивно напоминают фототелеграфные. Они имеют вращающийся барабанчик в закрывающейся кассете. На поверхность барабана прикрепляется фотобумага или фотопленка, в процессе формирования изображения барабан приводится во вращение, а вдоль его поверхности медленно движется безынерционная лампочка (например, типа светодиода) с фокусирующей системой. Лампочка мигает в зависимости от поступающей информации, засвечивая фотопленку по спирали. В развернутом виде это будет, конечно, соответствовать строкам. Каждая расчетная точка здесь может иметь ту или иную яркость (плотность) в зависимости от силы света лампы в соответствующий момент; цветные изображения могут быть получены — на цветном фотоматериале тремя проходами головки с применением цветных светофильтров. Разрешающая способность этих устройств может достигать 5 мкм.

Кодировочные полуавтоматы. Для полуавтоматического ввода графической информации в ЭВМ часто применяются кодировочные устройства, называемые "цифрователи", "оцифрователи", "кодировщики", "дигитайзеры", "диджитайзеры", даже "сколки" и просто "планшеты". Обычно эти устройства имеют планшет, на который можно укрепить чертеж (исходное изображение) и визир (карандаш или перо), позволяющие указывать нужные точки или обводить линии. На некоторых устройствах визир в виде увеличительного стекла с перекрестием устанавливался на направляющих, сходных с направляющими ручного чертежного прибора "Кульман". У направляющих вмонтированы датчики положения, сигналы от которых поступают в электронную схему устройства. Так были устроены планшеты французской фирмы "Benson". Поверхность такого планшета была сделана из матового стекла и подсвечивалась изнутри, что представляло определенное удобство.

В последние годы устоялась типовая конструкция, где в поверхность планшета вмонтированы горизонтальные и вертикальные проводники, а визир или "электрический карандаш" содержит небольшую индукционную катушку. При нажатии кнопки или корпуса карандаша электронная схема последовательно (но быстро) направляет в проводники планшета электрические импульсы. Сигнал от ближайших продольных и поперечных проводников воспринимается катушкой. По моменту его поступления схема определяет номера ближайших проводников, а по соотношению силы сигнала от левого и правого, либо от нижнего и верхнего проводников координаты положения визира удается определить с большей точностью, чем шаг расположения проводников.

Если нет кнопочной клавиатуры, ее легко заменить клавиатурой в виде таблицы, нарисованной на листе бумаги и укрепленной в каком-то месте планшета. Клетки такой таблицы указываются визиром наравне с точками изображения. В ЭВМ же нетрудно ввести программу, которая могла бы опознавать указания клеток таблицы. Техника графических клавиатур, иногда называемых "меню", далеко не исчерпывается заменой алфавитно-цифровой клавиатуры, в последнее время она широко развилась в применении и к планшетам, и к экранным устройствам. Подобные таблицы могут включать в себя изображения различных типовых графических и конструктивных элементов, списки геометрических операций, наборы геометрических фигур и многое другое.

Полуавтоматическое считывание на отдельно установленном кодировочном устройстве имеет тот недостаток, что промежуточных результатов своей работы оператор (пользователь) не видит, он может забыть, какие элементы изображения уже введены, а какие нет. Предпочтительнее поэтому работать в составе автоматизированного рабочего места, подключив ПЭВМ с графическим эк-



Кодировочный планшет: 1 — кнопки регистрации координат; 2 — увеличительное стекло визира; 3 — катушка в стекле; 4, 5 — вертикальные и горизонтальные проводники для определения координат X и Y; 6 — табло для координат

раном, где можно просматривать промежуточный результат.

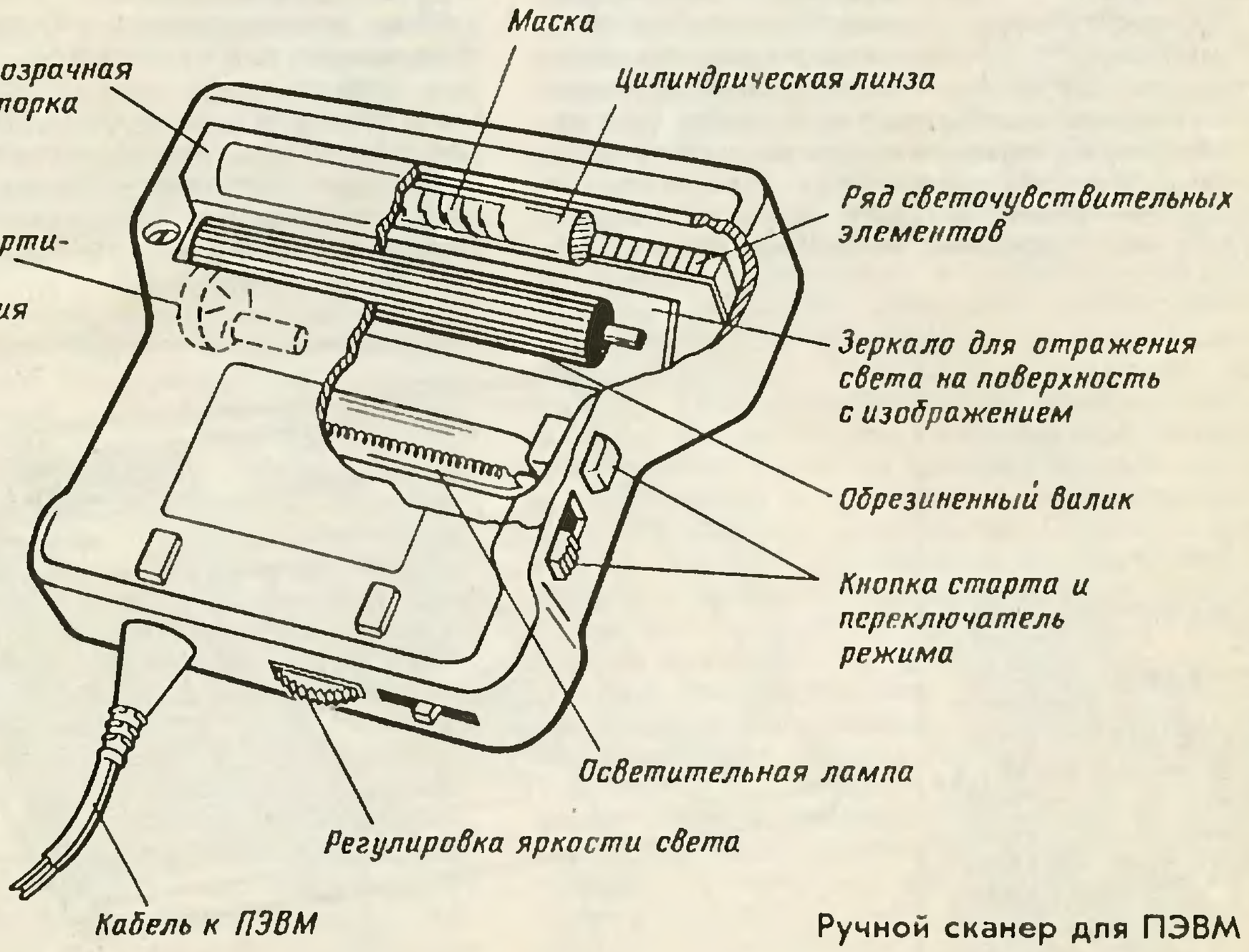
Из отечественных кодировочных устройств со свободно перемещаемыми визирами известен ПКГИО — "Полуавтомат Кодирования Графической Информации Оптический" (оптической частью является по-видимому визир в виде лупы с перекрестием и вмонтированной индукционной катушкой). В комплект также входят электрический карандаш и клавиатуры: двойная (русская и латинская, а также дополнительная с греческими буквами) кнопочная клавиатура и клавиатура в виде таблицы с лунками, в которые надо тыкать электрическим карандашом — она вмонтирована в планшет рядом с его рабочим полем. Разрешающая способность устройства достигает 0,1 мм.

Выше мы упоминали профессиональный графопостроитель с телекамерой и дополнительным пультом, обеспечивающий не только вывод информации, но и при необходимости ее считывание, измерение. Надо сказать, что в некоторых случаях такое обратимое устройство представляет собой особую ценность и не может быть заменено отдельными устройствами для ввода и вывода. Достаточно представить себе сложный чертеж автомобиля или другой машины, который и перенести-то с планшета большой чертежной машины на другой планшет нельзя.

Автоматические устройства ввода Сканирующие устройства. Интересно отметить автоматические устройства, читающие графическую информацию или по крайней мере отслеживающие отдельные линии. Устройство может работать в разных режимах — построчного сканирования с передачей информации в ЭВМ или с записью на магнитную ленту, слежения за отдельными линиями (т.е. следования вдоль линий с передачей информации об их форме) и др. Более простые и специализированные установки этого рода служили для передачи информации с чертежа на металлорежущее или, допустим, газорезательное оборудование. Сканирующие устройства имеют небольшие барабаны как у фототелеграфных аппаратов, на которые накладывается исходное изображение (фотодиапозитив, непрозрачная фотография, рисунок и др.). При вращении барабана вдоль его поверхности движется осветительная лампа и фотоэлемент с фокусирующей системой; они могут располагаться с разных сторон от поверхности барабана (для просвечивания прозрачных изображений) или с одной стороны (чтение в отраженном свете). Так или иначе светочувствительный элемент регистрирует яркость (плотность, цвет) изображения в последовательных точках, что обрабатывается электронной схемой и передается в ЭВМ или записывается на ленту. Этот процесс может быть проведен с высокой точностью (например, до 5 мкм).

Когда уровень точности не очень высок, изображения в ЭВМ вводят технической телекамерой. Работает она в режиме фотоаппарата, т.е. передает в буферную память или в ЭВМ один кадр информации.

В последнее время появились сканирующие устройства, подключаемые к персональным ЭВМ. Основной рабочий элемент — головка с осветителем и рядом фоточувствительных элементов, перемещаемая вдоль листа бумаги. Миниатюрные ручные сканеры имеют вид небольшой коробочки внизу с расширением, в виде плоской кисти. Кроме лампы и фотоэлементов, на нижней стороне этого расширения находится резиновый валик, в какой-то степени облегчающий правильность прокатыван прибора по поверхности изображения. Когда прибор подключен к



Ручной сканер для ПЭВМ

ПЭВМ, копия изображения по мере перемещения прибора появляется на экране. Ширина считываемой полосы рассчитывается, например, на колонку журнального текста. Этими сканерами легко и быстро запоминать в компьютерной памяти отрывки текста, иллюстрации, документы. Качество же считывания и достигаемая точность ограничены.

Все эти сканирующие устройства дают в результате растровые модели изображений. Для их дешифрования, распознавания символов текста запечатленных объектов того или иного рода нужны специальные, порой весьма сложные программы.

Специализированное оборудование. Выше мы отмечали, что некоторые чертежные автоматы могут гравировать, вырезать шаблоны. Известно различное производственное оборудование, принцип действия которого напоминает работу графопостроителя. Действительно, двухкоординатный фрезерный станок сходен с графопостроителем, у которого перо заменено на вращающийся инструмент — фрезу. Такой станок может и чертить, если вместо фрезы укрепить пишущий инструмент; порой это и проделывается предприимчивыми пользователями.

Сходный принцип действия — перемещения головки с инструментом по двум координатам — и у таких машин, как программно управляемые газорезательные станки, раскраивающие листы металла, например, для обшивки корпусов кораблей; раскройные станки для ткани. Такие станки до 10 м длиной режут пласт из многих слоев ткани по подготовленной специальной программе на фигурные выкройки. Инструментом служит луч лазера или специальный нож. Известны двухкоординатные устройства, облегчающие монтаж соединительных проводов в электронных схемах: по заданной программе головка устанавливается против последовательно соединяемых контактов собираемой схемы, а рабочий производит в этих местах пайку или накрутку проводников.

Наиболее показательны (с геометрической точки зрения) трех- и многокоординатные фрезерные станки, которые могут вырезать из металла или другого материала различные сложные формы штампов, литейных форм, мастер-макетов или самих деталей машин и оборудования. Многокоординатность означает, конечно, не работу в мистическом многомерном пространстве, а наличие дополнительных приводов и степеней свободы в движении инструмента. Так, пятикоординатные станки имеют возможность не только перемещать инструмент (фрезу) в трех пространственных направлениях, но и устанавливать его под различными углами, поворачивая головку вокруг двух осей.

Известная французская автомобилестроительная фирма "Рено" в своей автоматизированной системе использовала быстроходные станки для обработки дерева, гипса, пенопласта с тем, чтобы затем модели формы можно было перенести на металл.

Применяется и обратная операция — считывание и ввод в ЭВМ объемной геометрической информации, например, разработаны модели машин, которые и при управлении от ЭВМ могут автоматически "ощупывать" макет, скульптуру или изделие, считывая их форму.

Были сообщения о подобных лазерных устройствах.

Замерять этим способом здания, мосты, целые комплексы городской застройки, рельеф земной поверхности, конечно, нельзя. В этих целях сейчас используют технику автоматизированной фотограмметрии. Вообще говоря, фотограмметрия известна давно, и заключается она в измерении стереопар фотоснимков в специальных обрабатывающих приборах. Автоматизированные приборы такого типа включают мини-ЭВМ или микропроцессоры, дополнительно подключаемые графопостроители и специальное программное обеспечение, расшифровывающее информацию, скрытую в снимках. Подобная установка фирмы MATRA (Франция) вместо обычных для таких устройств двух окуляров имеет менее утомительный для глаз экран, показывающий оба снимка, составляющих стереомодель, в поляризованном свете. Для работы с этой стереомоделью оператор надевает специальные очки, также с полярoидными фильтрами.

Близкая к машинной графике и непосредственно связанная с машинной геометрией сфера — робототехника; во многих случаях роботы-манипуляторы управляются вычислительными машинами или микропроцессорами. Роботы новых поколений имеют зрительные и тактильные рецепторы, способны адаптироваться в окружающей среде.

Дальнейшее развитие вычислительной техники, приборостроения, электроники приведет, конечно, к появлению новых интересных машин и устройств.

Графические терминалы и графические возможности ПЭВМ. Известно, что почти все экраны компьютеров могут отображать графическую информацию. Повышается их качество, растр становится более плотным, одноцветные экраны сменяются цветными, увеличивается количество отображаемых цветов. Отметим здесь основные данные для наиболее распространенных терминалов. Одноцветные экраны ПЭВМ типа Искра 1030, ЕС 1841 дают несколько уровней яркости и в графическом режиме имеют растр 640x200 точек.И мировой практике широко распространены цветные мониторы типа EGA, имеющие растр 640x350 точек и отображающие 16 цветов. Осуществляется переход на экраны с разрешающей способностью 640x480 точек с палитрой до 256 цветов.

В печати появляются сведения и о дополнительных устройствах для ведения графического диалога — мышь, наклоняемая рукоядка (джойстик), шаровая рукоядка (крекбол) и др. Эти устройства позволяют чертить, стирать, выделять и указывать на различные элементы изображения, надписи и знаки.

Профессиональные экранные графические устройства (дисплеи и терминалы) появились задолго до широкого распространения ПЭВМ. У нас известны подключаемые к ЭВМ серии ЕС терминалы ЕС7064, ЕС7905. В предшествующий период были распространены в основном векторные экраны, где электронный луч высвечивает изображение по элементам (векторам, лучам, символам) — примерно как перо графопостроителя. Однако этот процесс периодически повторяется. Именно для таких экранов впервые были применены знаменитые световые перья, планшеты с визирами и другие устройства, затем примененные на ПЭВМ.

Специфичны, хотя не часто встречаются, экраны с запоминающей электронно-лучевой

трубкой, для которых не нужна регенерация и большая буферная память. Однако они имеют большое неудобство, заключающееся в малой оперативности. На них нельзя убирать или изменять отдельные элементы изображения, каждый раз требуется формировать все изображение заново.

В последнее время в профессиональной работе часто используются растровые терминалы с улучшенными характеристиками. Один из распространенных стандартов имеет 1240x1024 растровые точки и 256 уровней интенсивности для каждого из трех основных цветов. Эти терминалы позволяют получать полутоновые изображения. Последние модели снабжаются собственными специализированными графическими процессорами, позволяющими значительно ускорить формирование сложных изображений.

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАШИННОЙ ГРАФИКИ И ГЕОМЕТРИИ

Программное обеспечение машинной графики и геометрии сейчас настолько разнообразно, что его даже трудно классифицировать. Кроме области использования и конкретных решаемых задач, здесь играют роль типы, марки ЭВМ и графических устройств, различие языков программирования и режимов работы (пакетные, диалоговые, мультипрограммные) да и разница в творческих подходах в этой сложной области.

Для ориентировочной классификации сначала обратим внимание на способы доступа к ресурсам, предоставляемым готовым программным обеспечением.

Простейший способ доступа — эксплуатация готовых программ, рассчитанных на решение конкретных задач и требующих для своей работы тех или иных исходных данных — нескольких чисел, таблиц, кодов. При работе с диалоговыми программами эти данные можно вводить в ответ на выдаваемые программой запросы.

В более сложных случаях данные, вводимые пользователем, приобретают уже не очень простую структуру, включающую, помимо чисел, еще и команды, выбор режимов работы программы и т.д. Вводятся специальные соглашения о форме записи, синтаксисе. В этих случаях можно говорить о языковом способе доступа. В рассматриваемой области выделяются языки описания графической и (или) геометрической информации (информационного типа), командно-информационные языки для решения геометрических задач, выполнения отдельных операций, построения сложных образов и др. Такие языки также могут быть рассчитаны на пакетную обработку или диалоговое общение с машиной.

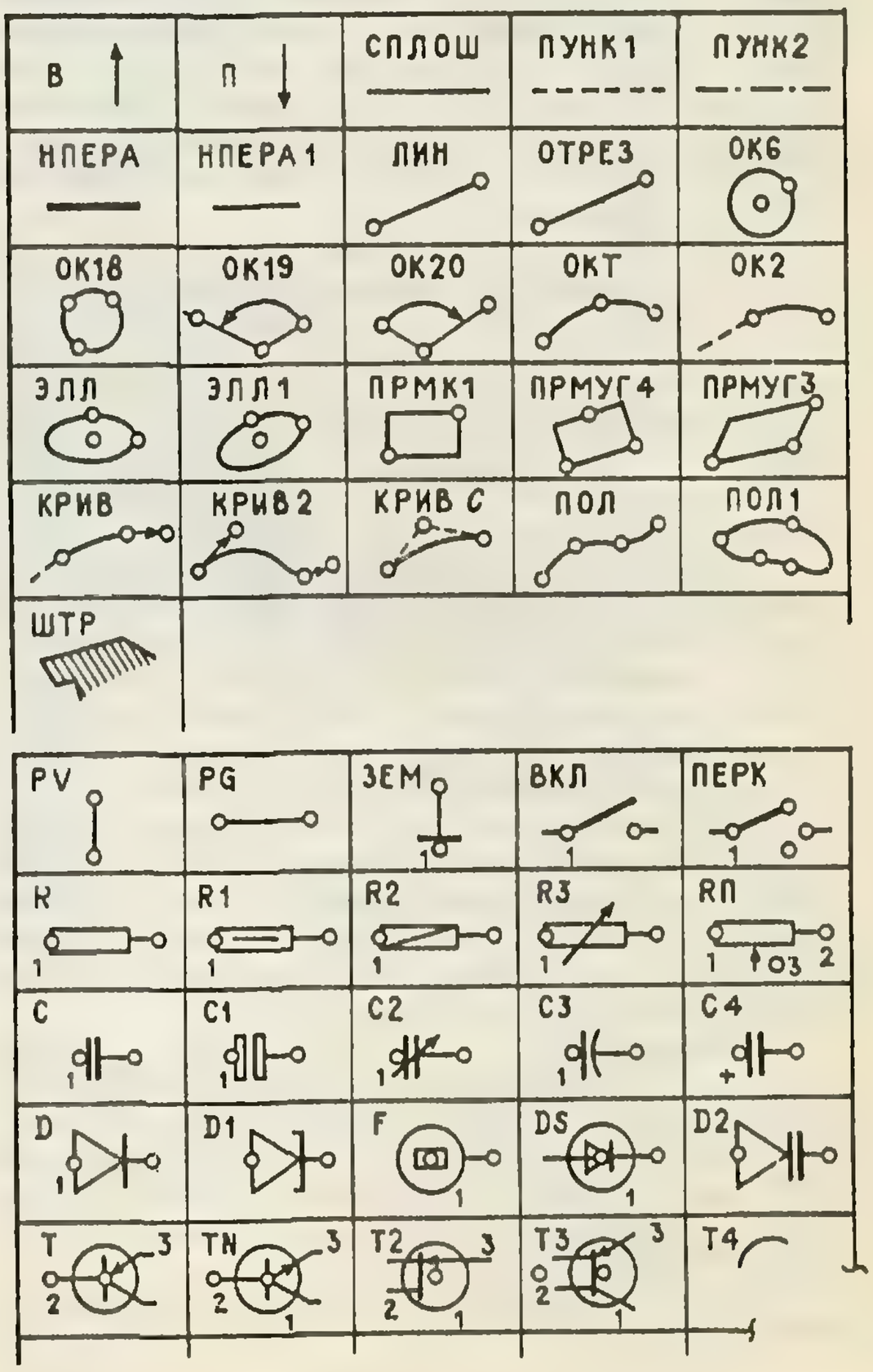
Настоящий графический диалог предусматривает, помимо ввода в отдельные моменты, каких-то команд и численных данных, собственно графические действия, указания — перемещение метки-маркера по экрану с фиксацией отдельных точек, рисование на экране линий и фигур указание элементов изображения, высвечиваемого на экране и т.д.

Эффективен подобный диалог в том случае, когда он связан со специальными и расчетными программами, решающими задачи конструирования, управления, исследований и др. В этом случае пользователь, например, не рисует болт, как набор линий или как типовую фигуру, а, указав нужное место и конструктивные условия, порождает автоматизированное конструирование болтового соединения. Теперь спроектированный болт системой может быть изображен.

Несколько другой способ доступа — полуавтоматическое считывание исходной информации на кодировочном устройстве. В простейшем случае — это обводка линий или последовательное указание точек изображения. Эта информация затем обрабатывается в ЭВМ специальными программами. Однако чаще процесс более сложен — используются таблицы — меню и клавиатура. Помимо самих точек и графических элементов, вводятся дополнительные данные, пояснения и команды вплоть до использования специальных версий языков.

Легко представить себе ценность таблиц — меню с изображениями типовых элементов чертежа, например, транзисторов, конденсаторов, резисторов и др. при считывании электронных схем. Указание клетки с выбранным элементом служит своеобразной командой, после чего изображение соответствующих элементов на чертеже обеспечивается специальными подпрограммами. При использовании автономно установленного кодировочного планшета оператор увы не видит промежуточных результатов своей работы, поэтому более удобно использование комплекса оборудования, включающего графический экран. В этих условиях считывание исходных изображений может быть частью графического диалога.

Как своеобразный способ доступа к про-



граммным ресурсам можно рассматривать и автоматическое считывание исходных изображений на сканирующих аппаратах.

Наиболее универсальный, хотя и сложный, способ доступа к программным ресурсам машинной графики и геометрии — программирование на различных языках (ФОРТРАН, ПАСКАЛЬ, БЕЙСИК и т.д.) с использованием подпрограмм (модулей, процедур) графического и геометрического назначения. В этих случаях формирование изображений на экране или на бумаге может сочетаться с различными расчетами, решениями сопутствующих или, наоборот, существенных вопросов. Графогеометрические подпрограммы, модули представляют собой своеобразный "строительный материал", "кирпичики", из которых монтируются готовые программы, программные системы для обслуживания других, отмеченных выше способов доступа и режимов работы.

На начальных этапах развития машинной графики программирование рассматривалось чуть ли не как единственное средство познакомиться с ней и использовать на практике, теперь некоторые "горячие головы" считают, что программирование изучать следует только профессиональнным программистам, а все остальные пусть используют готовые программы. На самом деле, конечно, готовых программ на все случаи жизни заранее не напасешься, а для эффективного использования готовых программ надо знать, как они работают. ЭВМ все же не телевизор.

Известно, что подпрограммы, процедуры, программные модули хранятся в библиотеках на машинных носителях, обычно на дисках; их оттуда можно вызывать при сборке готовых программ, программных систем. Программисты знают, что иногда существенна разница, в какой момент эти модули подключаются к программе — на этапе сборки полного текста на языке — "источнике" (например, на БЕЙСИКе), на этапе сборки машинной программы из протранслированных частей (типично для ФОРТРАНА, ПЛ-1) или уже в процессе работы программы (динамический вызов модулей).

Если теперь обратить внимание на подпрограммы и модули графогеометрических пакетов, комплектов и систем, можно увидеть их иерархическую ранжированность, относительное местоположение в структурных схемах алгоритмов в зависимости от того, какие подпрограммы (процедуры) вызывает (использует) данная и какими, в свою очередь, сама используется. Например, если в главной программе формируется изображение узла какой-то машины, главная программа в числе других может вызывать подпрограмму изображения болта. Та, в свою очередь, подпрограмму черчения прямоугольника. Затем информацию надо направить графическому устройству в специальной, понятной для него форме. Таким образом выстраивается целая цепочка обращений из одной подпрограммы к другой, менее общей. Таких цепочек в разные моменты сложной программы устанавливается множество, но общий принцип сохраняется. В этом плане нередко говорят о разных уровнях программного обеспечения, деля его более или менее грубо на 3-4 уровня или больше.

На нижнем, или базовом, уровне — программы, непосредственно связанные с графическими устройствами или записывающие для них информацию на промежуточный носитель. С геометрической точки зрения они просты и предназначены для ограниченного набора функций. Но создаются по возможности и необходимости на особо профессиональном уровне в машинных кодах или на языках типа АССЕМБЛЕР, приближенных к машинным. Дело тут и в том, что от них требуется особая рациональность работы, и в том, что здесь нужна тесная связь с оборудованием, специальная перекодировка информации, а это не всегда обеспечивается языками программирования высокого уровня. Приобретая графопостроитель или кодировочный планшет, целесообразно получить и фирменные базовые подпрограммы (модули), которые позволяют реализовать из программ пользователя все технические возможности устройств. Поскольку конструкции и электронные схемы различных графических устройств различны, и базовые подпрограммы для них будут различны. С другой стороны, программное обеспечение этого уровня, как правило, не зависит от характера решаемых задач, области использования.

Известны наборы подпрограмм, рассчитанные на языки ФОРТРАН, ПЛ-1 (такие программы часто именуются драйверами).

В распространенные сейчас на персональных машинах версии таких языков, как БЕЙСИК, ПАСКАЛЬ, включаются специальные графические операторы, производящие вывод на экран и чтение с экрана графической информации. Соответствующие программные блоки базовой графики включены в интерпретаторы или трансляторы и другие средства обработки этих языков. Ниже мы приведем более конкретные примеры наборов подпрограмм и графических операторов этого типа.

Подпрограммы, процедуры более высоких уровней (здесь мы условно будем их считать вторым уровнем) решают достаточно широкий круг вопросов машинной графики (а также и машинной геометрии). Они тоже специализируются по разным типам машин и языкам программирования, но довольно часто уже не привязываются к конкретным маркам графических устройств, а дают возможность "переключаться" на различные графопостроители, графические экраны и другие устройства и соответственно различное базовое обеспечение. При работе с комплектами графического оборудования организуется возможность одновременного или последовательного вывода информации на различные устройства, как и прием информации от различных устройств.

Подпрограммы средних уровней, отображающие отрезки, окружности, прямоугольники, казалось бы, излишни, так как повторяют функции базового обеспечения. На самом деле это не всегда так. Окружность второго уровня отличается от окружности базового уровня, например, тем, что она может быть задана в пространстве, в какой-то наклонной плоскости, а отображена к тому же в перспективной проекции в виде эллипса, кроме того, некоторая ее часть может быть перекрыта близлежащими частями изображаемого объекта. Математическая модель такой окружности, сгенерированная в памяти ЭВМ, может быть использована подпрограммами геометрического конструирования и т.д.

К высшим уровням (у нас — к третьему уровню) могут быть отнесены специализированные графогеометрические подпрограммы и программные модули, тесно связанные с

задачами пользователя, областью применения. Это могут быть программы вычерчивания фасадов типовых домов или архитектурных перспектив с соответствующим антуражем либо подпрограммы изображения множества типовых машиностроительных деталей, подпрограммы, решающие фотограмметрические задачи и специальные задачи картографии, подпрограммы и программные системы машинной мультипликации и т.д.

Кроме того, к третьему уровню можно отнести и сервисные средства программных систем более универсального назначения, удобные для пользователя средства ведения графического и текстового диалога, включая обработку различных "меню", выдачу подсказок и наводящих вопросов. Сюда же могут быть отнесены средства хранения и поиска графогеометрической информации "банки графических данных".

Итак, какие основные вопросы надо задать для характеристики того или иного комплекта программного обеспечения?

1. Обобщенно — уровень программного обеспечения.

2. Реализуемый способ доступа (или способы), основные режимы работы, имеется ли, в частности, интерактивный режим.

3. На какой язык программирования рассчитано программное обеспечение, если способ доступа соответствует использованию такого языка?

4. На какие типы и марки ЭВМ и графических устройств рассчитан продукт?

5. Является ли программное обеспечение средством только машинной графики либо машинной геометрии (геометрического моделирования, конструирования) или объединяет обе эти сферы?

6. Обеспечивается обработка только двухмерных объектов или еще и трехмерных, пространственных.

7. Обеспечивается работа только со штриховыми (линейчатыми, векторными) изображениями или также с раскрашенными, тонированными.

8. Общий объем программного обеспечения (например, по количеству подпрограмм или в сравнении с другими известными примерами).

9. Функциональные и технические особенности, оптимальная сфера применения.

Примеры базового обеспечения машинной графики

Ниже мы дадим короткие характеристики распространенным у нас пакетам и комплектам базового программного обеспечения для графических устройств — начиная от более традиционных пакетов для графопостроителей на языке ФОРТРАН.

Подпрограммы для графопостроителей семейства ЕС. Графопостроители, подключаемые к ЭВМ серии ЕС — планшетный ЕС-7051 (и ЕС-7051М), рулонные ЕС-7052, ЕС-7053; в это же семейство включался иногда и чехословацкий "Дигиграф" модели ЕС-7054, а позже ЕС-7907. В комплект операционной системы ОС ЕС для ЭВМ этой серии включены подпрограммы, рассчитанные на указанные построители (хотя не все функции чехословацких "Дигиграфов" ими обслуживаются). Во-первых, это базовые (или "базисные") подпрограммы, кроме того, имеется ряд так называемых функциональных подпрограмм (второй уровень), отображающих несколько более сложные фигуры.

Сокращенный перечень базисных подпрограмм (некоторые из них являются "точками входа" в другие программные модули):

PLOTS — инициирующая подпрограмма;

PLOT, PCIRC, SYMBOL, NUMBER, LINE — черчение отрезка, окружности (через круговой интерполятор), строки символов, чисел, линий графиков; NEWPEN, TYPL, FACTOR, SCALE, AXIS — подпрограммы переключения перьев, типов линий (сплошные, штриховые и др.), изменения масштаба изображения, подпрограмма масштабирования данных для линий графиков, изображение осей графиков с пометками.

К функциональным подпрограммам относится подпрограмма вычерчивания дуги окружности или арифметической спирали по отрезкам PCIRCL, вычерчивания правильного многоугольника POLY, несколько подпрограмм вычерчивания гладких кривых по заданным точкам (FLINE,CURVX,CURVY) и др. При построении графиков используют полярные, логарифмические и полулогарифмические координаты. Имена и функции ряда подпрограмм близки к подпрограммам фирмы CaLComp (США).

Подпрограммы для построителей "Дигиграф", поставляемые заводом производителем. В мировой практике принято, что в приложении к графическим устройствам фирмы поставляют больший или меньший набор базовых подпрограмм, позволяющих начать эксплуатацию этих устройств. Более сложные программные пакеты и системы нужно приобретать дополнительно. Завод в г."Новый Бор" (ЧСФР) к своим построителям ЕС-7054, ЕС-7907 (версии, подключаемые к ЭВМ ЕС) поставлял комплекты графических подпрограмм — в разные годы различные версии: ОКР/OS (общая рисовальная программа), ГФМО (графическое функциональное математическое обеспечение) и др. В первых версиях подпрограммы работали в основном с целочисленными аргументами, затем при сохранении определенной преемственности функции набора расширялись. Все эти версии полнее обслуживали возможности самих устройств, чем базисное обеспечение из комплекта ОС ЕС. В частности предусмотрен контроль поля чертежа (с отсечением выходящих за пределы этого поля линий). Надписи и числа могут изображаться как с помощью аппаратного генератора символов, так и путем программной генерации соответствующей подпрограммой. При комплектации устройства поворотными световыми или гравировальными головками программы обеспечивают управление этими головками.

Базовые графические операторы в языке БЕЙСИК для персональных ЭВМ. Большинство современных ПЭВМ имеет приближенный к пользователю, в том числе непрофессиональному, язык БЕЙСИК, снабжается графическими операторами, обеспечивающими основные графические функции. Эти операторы становятся частью языка (не дополнительными подпрограммами, как для ФОРТРАНа или ПЛ-1) и обрабатываются интерпретаторами (или трансляторами, специальными блоками обрабатывающей системы) наряду с другими операторами. К сожалению, общего стандарта на язык БЕЙСИК нет, и для ПВМ разных типов именно в графических операторах наличествует большой разнобой.

Наиболее распространены версии языка

для ПВМ типа IBM PC (BASIC2, GW-BASIC, Turbo-Basic, Quick-Basic), БЕЙСИК для машин типа MSX (8-разрядных) и специальная версия для малых отечественных бытовых компьютеров БК-0010. Основные графические операторы у всех этих версий практически одинаковы и обеспечивают следующие действия:

PSET,PRESET — установка цвета или "гашение" точки с заданными координатами;

LINE — вычерчивание отрезков, кроме того, прямоугольников частного положения, закрашенных прямоугольников;

CIRCLE — вычерчивание окружностей и эллипсов частного положения, а также их дуг и секторов (кроме дуги, вычерчиваются радиусы);

PAINT — закраска области, ограниченной замкнутой линией — контуром.

Дополнительные возможности для ПВМ типа IBM: задание координатных систем пользователя и окон на экране (в виде прямоугольников); вычерчивание фигур не только сплошными, но также штриховыми, штрихпунктирными линиями; закраска областей не только сплошным цветом, но и повторяющимся рисунком, набираемым с помощью масок; операторы PUT и GET графические позволяют запоминать прямоугольные фрагменты растровых изображений в программных массивах и, наоборот, воспроизводить из массивов на экран.

Изображения с экрана могут быть перекопированы на игольчатые печатающие устройства. Для начала процесса копирования отведена специальная клавиша print screen (печать экрана). Однако для распечатки экрана, когда он находится в графическом режиме, необходимо, чтобы в память ПВМ предварительно была загружена специальная программа — "драйвер" распечатки графического экрана соответствующего типа. После загрузки она находится в памяти как резидентная и перехватывает управление после нажатия кнопки "print screen". Программы обычно позволяют осуществлять регулировку плотности расположения точек, имитируя тон для разных цветов.

Что касается малогабаритных графопостроителей, то пользователям БЕЙСИКа нужно позаботиться о соответствующих драйверах, которые бы могли из среды этого языка вызываться как машинные подпрограммы либо они в своих программах сами должны формировать команды построителя и передавать ему данные в нужном формате. В обоих случаях вывод информации на построитель никак не согласован с графическими экранными операторами БЕЙСИКа.

Входной язык графопостроителей, подключаемых к ПЭВМ. Ряд фирм в последние годы предприняли усилия по облегчению подсоединения малогабаритных и больших графопостроителей к персональным ЭВМ. Миниатюризация электроники, использование микропроцессоров дали возможность обеспечить эти устройства достаточным набором функций, в то же время приблизив входную информацию, передаваемую от ПЭВМ, к форме и форматам, типичным для пользовательских программ. Так, численные данные могут иметь вид десятичных чисел в обычной для ПЭВМ побайтовой кодировке (ASCII), команды — вид отдельных букв или двухбуквенных сочетаний. Такой построитель может быть подключен к ПЭВМ через стандартные разъемы. После этого пользователь может управлять построителем, посылая информацию примерно так же, как он посылал бы ее для распечатки.

Для многих современных малогабаритных построителей язык HP GL (разработанный фирмой Hewlett-Packard) при работе на языке БЕЙСИК для передачи информации построителю используются таким образом стандартные операторы LPRINT или PRINT. Подготовка же для этих операторов управляющих команд и численных данных лишь немногим сложнее, чем вызов подпрограмм аналогичного назначения на языках ФОРТРАН или ПЛ-1.

Стандартизованная "корневая" графическая система. При наличии большого числа фирм и марок производимого оборудования, большого числа языков, типовых программ и подпрограмм перед пользователями встают проблемы перехода на новое оборудование, обмена программами с коллегами, использования ранее сделанных разработок. Мы видим, что для многих фирм оказывается целесообразным и, очевидно, экономически выгоным выпускать не собственные оригинальные модели ЭВМ и периферийных устройств, а повторять широко известные модели — IBM PC, Hewlett-Packard, PDP и др. При выпуске новых моделей во многих случаях обеспечивается совместимость со старыми. Программное обеспечение более динамично, особенно это касается сложных программ и алгоритмов. Языки же программирования, базовое программное обеспечение меняются медленнее. Много лет, постепенно обновляясь, существует ФОРТРАН, которому и 15 и 10 лет назад горячие головы предрекали скорую гибель. Интенсивно изменяется БЕЙСИК, однако сохраняя свою основу. Правда, на деле не все в этой сфере благополучно, вплоть до того, что даже для двух основных наших серий ЭВМ — ЕС и СМ — ФОРТРАНы не вполне совместимы да и просто запись текстовой или численной информации на магнитной ленте различается.

Широко распространяющиеся разработки крупных фирм играют роль неофициальных стандартов. Принимаются международные и национальные стандарты. Правда, подобные стандарты в мировой практике далеко не всегда обязательны к применению.

В машинной графике стандартизация коснулась в первую очередь входных языков (команд) графических устройств, структур данных для обмена информацией между различными графическими устройствами и системами и, наконец, базового программного обеспечения.

Известен стандарт IGES (Initial Graphics Excange Specification) для форматов хранения данных в системах проектирования, являющийся частью национального стандарта США ANSI Y 14.26M, стандарты VDI, VDM, NAPLPS на "интерфейс" и "метафайл" для виртуальных графических устройств и на форму передачи информации об изображениях. Последний из упомянутых стандартов касался передачи информации по телефонным линиям на экраны телеприемников и дисплеев и его прагматическая ценность очевидна. Что качается базового программного обеспечения машинноой графики — еще в 1977 г. американским комитетом по стандартизации ACM/SIGGRAPH был предложен проект такой системы CORE. Позже в ФРГ и затем в других странах была предпринята разработка так называемой "корневой" графической системы GKS (Graphical Kernel System), по-

лучившей статус международного стандарта.

Основная идея GKS — создание переходного "слоя" программного обеспечения, который бы мог единообразно связывать программы пользователя с различными графическими устройствами. Иногда это рассматривается как специфический "буфер" между "драйверами" различных устройств и программами на ФОРТРАНе или другом общепринятом языке. Любопытна тенденция ввести "свою" терминологию и где-то даже философию, методологию использования машинной графики. "Ключевыми словами" и понятиями в GKS являются такие, например, как "рабочая станция", "поверхность визуализации", "устройство указания", "примитивы вывода" "примитивы ввода", "атрибуты примитивов", "локатор", "валюатор", "выбор", "глобальные координаты", "нормированные координаты" и др. Для работы в различных конкретных условиях — с одним графическим устройством или, одновременно, с несколькими — предусматриваются различные уровни этой системы. Основное внимание все же уделяется экранному графическому устройству типа дисплея с дополнительными приспособлениями в виде световых перьев, мышей и т.п. В связи со стремлением к широте охвата и универсальности в стандарт включено много общих понятий, тогда как конкретные программные реализации для разных типов ЭВМ, разрабатываемые на базе этого стандарта, в деталях различаются.

Среди выводимых на экран или построитель графических элементов, так называемых примитивов, предусматриваются ломаные линии (POLYLINE), серии условных значков-маркеров (POLYMARKER), текстовые надписи (TEXT), закраска или заполнение узором заданной области (FILL ARRAY), задание массива прямоугольных ячеек выбранных цветов (CELL ARRAY) и для всего остального — обобщенный примитив черчения (GDP), используемый по усмотрению пользователя или в зависимости от конкретных реализаций. Разновидности примитивов и конкретные условия их воспроизведения (например, цвет и толщина линий или их тип — сплошные, пунктирные и др.) задаются через атрибуты с помощью специальных установочных подпрограмм.

В настоящее время GKS не является единственным или особо исключительным стандартом. Действительно, даже окружности, эллипсы, их дуги и другие распространенные фигуры, иногда отрабатываемые аппаратурой графических устройств, стандартом не предусматриваются. Не предусматриваются дополнительные технологические возможности управления устройствами, например регулировка скоростей и ускорений на графопостроителях, и это на фоне того, что сами графические устройства становятся все более "интеллектуальными" и набор выполняемых ими операций расширяется.

Разрабатывается трехмерная версия системы GKS.

Приморы графогеометрических систем и пакетов средних уровней

Если в примерах базового обеспечения фигурировал ограниченный ассортимент графических элементов (причем только двухмерных), преобразования координат с ограниченными возможностями, то библиотеки, пакеты подпрограмм, программные системы высоких уровней, как выше отмечалось, обладают более широкими возможностями и большим разнообразием. Некоторые из них работают только с двухмерной информацией, другие — с двухмерной и с трехмерной, некоторые обеспечивают все операции, типичные для машинной графики, иногда и более узко — только для вывода графической информации. Другие позволяют заниматься геометрическим моделированием и конструированием, решением различных геометрических задач. Есть системы и пакеты, работающие в пакетном режиме или в режиме пассивного графического вывода, другие работают в оперативных диалоговых или интерактивных режимах.

В данном разделе приведем несколько примеров подобных программных изделий, не касаясь пока готовых к работе систем со своими языками или развитыми диалоговыми средствами. Начнем с комплексов и библиотек подпрограмм, которые пользователь (или проблемный программист) может использовать в своей работе на языках ФОРТРАН, ПЛ-1, ПАСКАЛЬ и др.

Комплекс графических подпрограмм на ФОРТРАНе " Графор". Комплекс подпрограмм " Графор", разработанный в ИПМ АН СССР довольно широко распространен в нашей стране. Это библиотека подпрограмм для языка ФОРТРАН, рассчитанная в основном на пассивный вывод изображений на построители и экраны графических дисплеев. Первые версии (1971-1973 гг.) были рассчитаны на ЭВМ типа БЭСМ,М-220, затем на ЭВМ серии ЕС и автоматизированные рабочие места с ЭВМ СМ. В настоящее время имеются версии для персональных ЭВМ типа ДВК-3, IBM PC и др.

Первоначально основной сферой использования "Графора" был вывод графиков различных функций, в том числе с использованием полярных, логарифмических и других координатных систем, со статистической обработкой данных и сглаживанием графиков. Графор позволял строить аксонометрические и перспективные проекции при отображении в виде семейств линий и сеток поверхностей как функций двух переменных. Затем комплект дополнялся другими возможностями, в том числе некоторыми операциями геометрического конструирования — в основном для таких плоских объектов, как прямые и окружности. Предусмотрены различные преобразования координат, штриховка, различные приемы двухмерного экранирования и возможность устранения невидимых линий при построении трехмерных образов.

Во многих организациях этот комплект используют на уровне базового обеспечения машинной графики в машиностроительном, строительном проектировании, в построении АСУ и в других работах. Тем не менее более сложные и специализированные подпрограммы, особенно отображения поверхностей, сглаживания функций и т.п., типичны для более высоких уровней программного обеспечения машинной графики.

Система машинной графики "Алграф". Первый вариант системы "Алграф" был разработан в 1970-1973 гг. для ЭВМ "Минск-22" и экспериментального графопостроителя и предназначался для архитектурно-строительного проектирования, в том числе вычерчивания фасадов, планировок зданий и архитектурных перспектив. Затем основной вариант "Алграф-Ф" был разработан для ЭВМ серии

ЕС и различных графических устройств — построителей и векторных терминалов. Мини-варианты Алграф-БК и Алграф-ТБ разработаны для ПВМ БК-0010, и на языке Turbo-Basic — для ПВМ типа IBM PC. Для производственных целей осуществляется перевод основной версии на ПВМ типа IBM PC (язык — ФОРТРАН-77 и АССЕМБЛЕР).

Таким образом, основной вариант программной системы включает библиотеку графических и геометрически-ориентированных подпрограмм, написанных на ФОРТРАНе и АССЕМБЛЕРе, которую можно использовать, работая на ФОРТРАНе или ПЛ-1; при этом возможна разработка пакетных и диалоговых программ, возможен вывод двухмерной и трехмерной информации. Достаточно сложные и детализированные изображения архитектурных композиций, объектов строительства, машин и т.п. могут быть построены с устранением невидимых линий. Достаточно велико число типов двухмерных и трехмерных геометрических элементов, для отображения которых предусмотрены специальные подпрограммы. Распространенные элементы (отрезки, ломаные, окружности, эллипсы, их дуги, дуги других гладких кривых, параллелепипеды, конусы и др.) могут задаваться различными способами (вариативно). Преобразования координат могут быть двух- и трехступенчатыми, что облегчает как синтез сложных объектов из различных частей и узлов, так и выбор проекций, ракурсов и размещение чертежей. Имеются разделы подпрограмм — геометрического конструирования на плоскости и в пространстве, а также некоторые специальные разделы, например — формирования и отображения криволинейных поверхностей сложной формы, раздел "связи" с фотограмметрией и др. Общая структура программой системы в целом соответствует приведенной выше для систем второго уровня.

Кроме того, в составе системы имеется язык описания графической и геометрической информации "АЛГРАФ-Р" с соответствующими средствами обработки (специализированные транслятор и монитор-интерпретатор). Язык АЛГРАФ-Р разрабатывался как для производственных, так и учебных целей. Он позволяет изучать начала машинной графики лицам, еще не освоившим общих вопросов программирования для ЭВМ. АЛГРАФ использует базовое обеспечение графопостроителей (в основном ЕС-7054, ЕС-7907) и графических терминалов ЕС-7064, ЕС-7905.

Мини-варианты системы для малых ПЭВМ БК-0010 представлены наборами подпрограмм на языках ФОКАЛ и БЕЙСИК, позволяющими формировать учебные изображения из двумерных фигур, а также строить аксонометрические и перспективные проекции "прозрачных" трехмерных объектов. В эти варианты включены учебные программы типа графических редакторов (см.ниже) и разработанные в машинных кодах подсистемы отработки текстов на языке "Алграф-Р" (точнее, на его сокращенных подмножествах).

Промежуточный по мощности вариант на "Турбо-БЕЙСИКе" для ЭВМ IBM PC предоставляет программисту существенно больше возможностей, чем только базовые операторы самого БЕЙСИКа. Также возможно построение проекций трехмерных объектов, набранных из типовых фигур или представленных поверхностями. Для объектов определенного рода предусмотрены алгоритмы контроля видимости и раскраски.

Система геометрического трехмерного моделирования EUCLID. Система EUCLID (США) была первоначально разработана в 1970 г., переработана в 1980 г. Первый вариант обеспечивал только пакетную обработку данных, позже появились диалоговые варианты.

Основа системы базируется на языке ФОРТРАН, используемом, однако, как мы поясним немного ниже, особым образом. С помощью операторов ФОРТРАНа (вызова функций, подпрограмм) в программе пользователя можно определять различные геометрические образы и выполнять геометрические операции. Одно из основных назначений такой системы — формирование геометрических объектов, моделирующих форму деталей и узлов в машиностроительном проектировании, зданий и сооружений. Эти модели могут быть использованы для разных целей, а также графически отображены в различных проекциях, в том числе с устранением невидимых линий. Формирование тел различной конфигурации, как и в ряде других систем, производится из более простых типовых тел и поверхностей (например, параллелепипеды, сферы, плоскости) с помощью операций объединения, пересечения, дополнения" и других (так называемых теоретико-множественных). Взяв простое по форме тело, можно отсечь у него углы, нарастить выступы, проделать отверстия и т.д.

Хотя подпрограммы и функции системы вызываются обычным для ФОРТРАНа способом, они связаны в единую систему, включающую специальные структуры описания данных (например, в массивах блоков общих переменных). При вызове функции, задающей тот или иной объект или выполняющей то либо другое действие, основной (существенный) результат размещается в этих общих массивах, а формальный результат, присваиваемый указанной слева от знака равенства переменной, является лишь числом-указателем размещения геометрического объекта и его типа. В общем это достаточно удобная методика, сближающая программу на ФОРТРАНе с языками, используемыми для описания объектов и действий с ними.

Система EUCLID рассчитана на достаточно мощные машины.

Графическая и моделирующая система СМОГ-85. Система разработана в Вычислительном центре Сибирского отделения АН СССР, предназначена для ЭВМ серии ЕС и рабочих мест на их базе. Применяется в процессе автоматизированного проектирования. Внутренняя структура носит иерархический характер; верхние уровни процедур могут включаться в прикладные программы пользователей. Кроме того, в системе можно выделить ряд разделов:

- "процессор графического вывода", предназначенный для вывода изображений на конкретные графические устройства, содержащий в числе других базовые графические модули (драйверы);
- "процессор интерактивного взаимодействия", обеспечивающий диалог и при необходимости функционирование двухмашинного комплекса;
- "процессор баз данных", предназначенный для хранения графических данных в виде моделей "двухмерных" чертежей, моделей трехмерных геометрических объектов и графических метафайлов;
- "процессор иллюстраций", позволяю-

щий строить графики различных функций, в том числе поверхностей (как функций двух переменных), а также гистограмм, изолиний, векторных и скалярных полей и т.п.;

- "процессор чертежей", обеспечивающий выпуск чертежей машиностроительного характера в соответствии с требованиями ЕСКД; в этом разделе имеется возможность выполнения некоторых геометрических расчетов и передачи информации для систем подготовки данных для станков с ЧПУ;

- "процессор геометрического моделирования", позволяющий формировать модели пространственных образов, тел, деталей из базовых фигур — плоских линий и объемных типовых тел (при этом возможно использование операций объединения, пересечения, дополнения, кусочного задания гладких поверхностей и др.).

Программное обеспечение для создания тонированных и "раскрашенных" изображений. Параллельно с распространением цветных растровых устройств с повышенной разрешающей способностью развивается и программное обеспечение, способное формировать реалистические изображения. При использовании 16-цветного экрана с числом строк около 350 такой реализм, конечно, весьма относителен, но все же грани и участки поверхностей, различным образом наклоненные относительно расчетного источника света и наблюдателя, можно закрашивать в разные цвета. Многоцветные экраны повышенной разрешающей способности позволяют получать изображения, сходные с цветными фотоснимками. Особо сложные программы позволяют моделировать фактуру, блеск или шероховатость поверхностей, если требуется их прозрачность или полупрозрачность. На поверхности наносятся блики, рефлексы, падающие и собственные тени. В числе программно-математических приемов при построении таких изображений возможно прослеживание хода лучей света в обратном направлении, т.е. от глаза к точке картины, к соответствующей точке объекта (грани, поверхности или участку фона — пустого пространства) и, если надо, дальше, к источнику света, к другой поверхности. Если поверхность прозрачна, рассматриваются отраженный и преломленный лучи. Такие алгоритмы, да еще при высокой разрешающей способности изображений, требуют очень большого объема вычислений мощных машин. Применяются суперкомпьютеры типа Cray, CIBER 205 или другая современная техника. Известны исследовательские работы в этом направлении корпорации Evans and Sutherland Computer (США), Университета шт. Юта, Корнеллского Университета, Массачусетсского и Нью-Йоркского технологических институтов, фирмы Bell telephone Laboratories и др. Лидирующее положение здесь, пожалуй, занимают авиастроительная и космическая наука и промышленность, такие фирмы, как Boeing, NASA, автомобилестроительные фирмы. Помимо использования такой графики в конструировании и исследованиях, она применяется, например, для тренажеров летчиков, где изображения приходится генерировать в реальном масштабе времени.

Другой потребитель высококачественной цветной графики — изготовители кинофильмов и видеофильмов. Известны фильмы "Последний звездный истребитель", отдельные кадры из многосерийного фильма "Звездные войны", где машинная графика приспосабливалась для изображения таких фантастических объектов, как космические корабли, светоциклы и т.д. Позже появились и синтезированные электроникой мультипликационные зверюшки, полянки, заросли и т.д. Легче использовать компьютерную графику для телефильмов, особенно различных заставок, динамических трюков, оформления эстрадных выступлений.

Во-первых, в телевидении меньше требуемая разрешающая способность, чем в кино, во-вторых, в заставках и трюках изображения могут быть более условными и, следовательно, легче воспроизводимыми.

Сложная высококачественная графика с бликами и фактурами, как отмечалось, еще очень дорога и требует особого оборудования. Однако несколько более простые изображения архитектурных композиций, машиностроительных деталей, конструкций, условных объектов доступны уже серийно выпускаемым рабочим станциям и даже персональным ЭВМ. В ряде программ цветной графики объекты представляются большими или мелкими гранями, аппроксимирующими тела и поверхности, которые могут быть изображены тем или другим цветом. Иначе, чем при построении линейчатых (векторных) изображений, можно решать вопросы видимости различных частей объектов. Суть одного из алгоритмов состоит в том, что в памяти машины заводится дополнительная модель растрового изображения, для каждой (растровой) точки которого указывается и цвет и глубина (удаленность от наблюдателя) соответствующей части объекта. Перед началом генерации объекта всем точкам присваивается цвет фона (например, неба) и максимально возможная величина удаления. При генерации последовательных граней, участков поверхности или других элементов для каждой закрашивающей точки, соответствующей растровой, предварительно производится тест на глубину в сравнении с уже имеющейся в растровой модели точкой. Если новая точка ближе к наблюдателю, чем старая, она ее заменяет. Еще более простой алгоритм заключается в том, что объекты сначала представляются в памяти ЭВМ в виде наборов небольших граней (крупные грани могут быть расчленены). Этим граням присваиваются различные цвета (в зависимости от номинальных заданных цветов частей объекта и ориентации граней в пространстве),затем грани сортируются по глубине; после этого их отображение на экран начинается с наиболее удаленных. Все более близкие грани по мере своего воспроизведения физически (т.е. уже на экране) в нужных местах перекрывают ранее изображенные либо закрывают пустой фон, что и дает непрозрачное изображение.

Автоматизированные графические системы, программы типа "Графических редакторов"

Не считая, может быть, последнего раздела мы имели в виду программные пакеты и системы как наборы модулей, подпрограмм, которые пользователь или "программный программист" (если он согласится, чтобы его так называли) может использоватьв своих программах. Мы имели в виду скорее промежуточный, чем окончательный, программный продукт.

Теперь перейдем к "готовым" программам или программным системам, которые являют собой средство, используемое в ав-

томатизированном проектировании, при подготовке чертежной документации, в художественных работах и т.д.

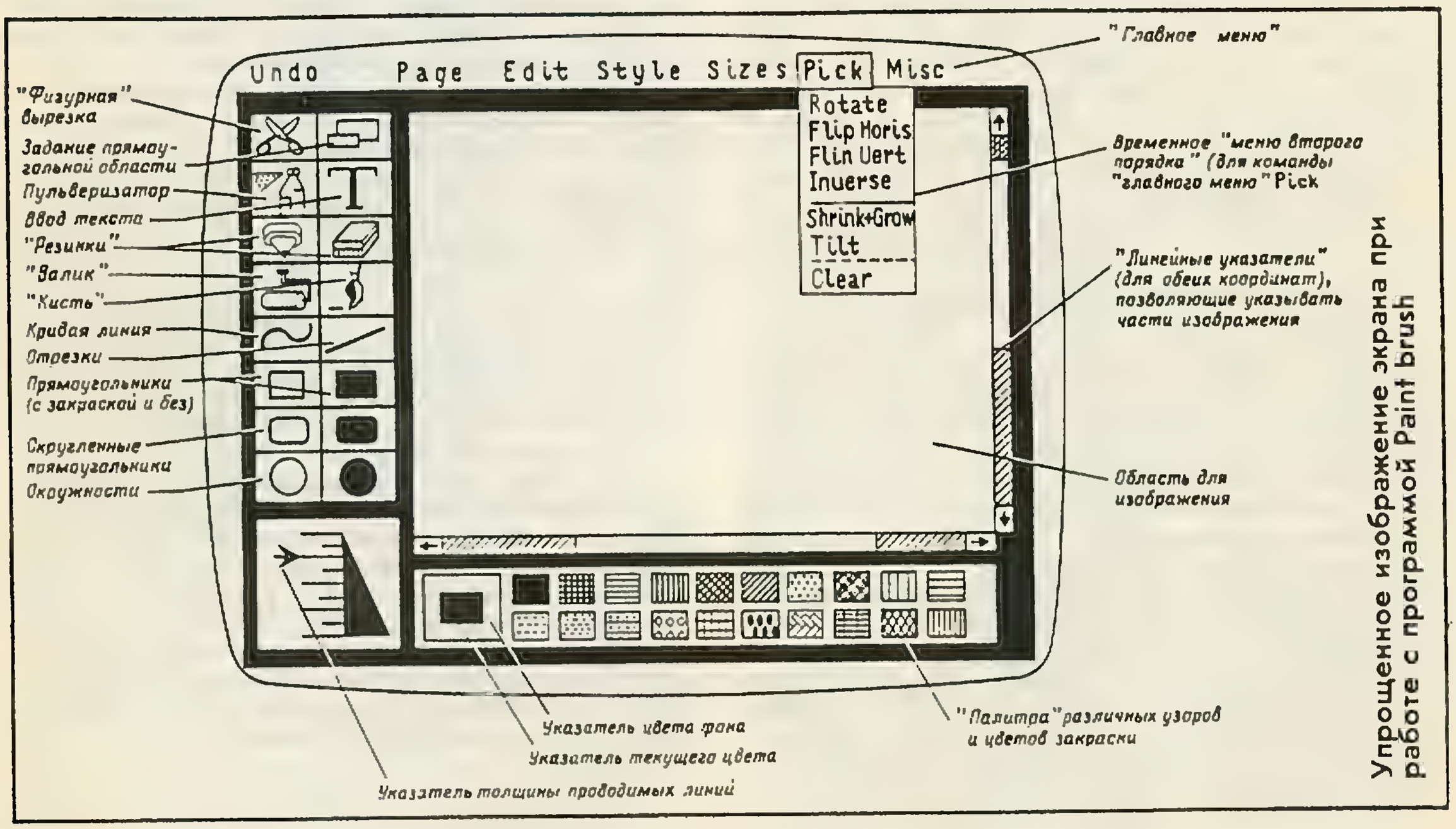
Наиболее распространены среди таких средств графические редакторы, имеющиеся почти во всех персональных компьютерах с графическими возможностями и тем более для профессиональных графических станций и АРМов. Во многих случаях такие программы рассчитаны на почти не подготовленного пользователя (техника, студента, школьника), снабжаются наглядными "меню поясняющими надписями и простыми средствами диалога и позволяют рисовать на экране пером, мышью или визиром, задавать несложные геометрические фигуры, раскрашивать части изображения и т.д.

Подобные диалоговые программы есть и для векторых, и для растровых установок. Для пояснения дальнейшего надо сказать, что при использовании растрового экрана программа может воспроизводить изображение либо как чисто растровое, запоминая его только в растровой модели, из которой производится сканирование на экран (а также в аналогичном виде, по командам пользователя, на внешних устройствах памяти), либо может формировать промежуточную поэлементную численную модель (в простейшем случае векторную, т.е. как набор отрезков — векторов) и уже ее в нужные моменты переводить в растровый вид а затем передавать на экран. Преимущество второго способа в том, что поэлементную модель можно использовать и для геометрического конструирования, и для перезадания растровой модели в изменном масштабе или какими-либо другими преобразованиями и, наконец, для управления перьевым (траекторным) графопостроителем. С другой стороны, при таком подходе затрудняется реализация некоторых операций, характерных для растровой графики.

Программы — "графические редакторы" для бытовых и школьных компьютеров. Программы графического редактирования с более или менее ограниченными возможностями имеются практически для всех распространенных ЭПВМ, в том числе для отечественных БК-0010, "Агат", "Корвет" и др. Компьютеры этого класса далеко не всегда снабжаются специальными приспособлениями для ввода графической информации ("мышами", планшетами и т.п.), потому для перемещения по экрану метки-маркера обычно используются кнопки клавиатуры (со стрелками или другие). К некоторым моделям в частности, и к БК-0010, можно подключать уже выпускаемые нашими предприятиями "мыши" и "джойстики", что, конечно, делает электронное рисование и редактирование более удобными. Сервис к таким программам обычно имеет вид табличек-"меню" по периферии экрана с поясняющими надписями и мнемоническими фигурками. Указывать эти клетки-команды можно либо кнопками клавиатуры (цифровыми, буквенными), либо тем же графическим маркером, либо обоими способами. Некоторые команды из меню могут быть двухступенчатыми и даже трехступенчатыми. Это значит, что при указании клетки с такой командой на экран временно выскакивает дополнительная табличка с командами второй ступени или с модификациями команды, значениями параметров, атрибутов.

Из простых команд в программах графического редактирования, работающих только с двухмерной информацией, наиболее часто встречаются:

- выбор инструмента — "пера" или "карандаша", позволяющих проводить линии, валика, проводящего полосы, "пульверизатора", набрызгивающего точки в окрестности, где располагается маркер, и др.;
- выбор порождаемых геометрических элементов — произвольных линий, проводимых от руки, отрезков и поманых, окружностей, эллипсов (иногда частного, иногда и общего положения), дуг окружностей и эллипсов, прямоугольников, каких-либо гладких кривых, проводимых через заданные точки;
- указание толщины проводимых линий и



Упрощенное изображение экрана при работе с программой Paint brush

их типа (сплошных, пунктирных, штриховых и др.), выбор цвета линий, закраски, фона;

- операции с фрагментами изображения — их запоминание в оперативной памяти или на диске (ленте), восстановление в указанном месте, в том числе, возможно, с изменением масштаба, применением симметрии и др.

- запись сформированных изображений во внешней памяти, поиск их и чтение в том или ином виде, распечатка на АЦПУ (матричных) или воспроизведение на графопостроителе;

- вывод текстовых и цифровых надписей;

- изменение шага и (или) скорости перемещения маркера;

- отображение на экране координатной сетки (возможность установить маркер по заданным с клавиатуры координатам)...

В некоторых редакторах тем или иным способом реализуется возможность стирания неправильно введенной или уже ставшей ненужной информации. Если убираемые геометрические фигуры накладываются, взаимно пересекаются с другими, которые требуется сохранить, то в чисто растровых программах-редакторах эта операция оказывается сложной. Обычно лишние элементы убирают полуавтоматически, водя маркер-резинку. В программах с параллельным математическим (поэлементным) моделированием элементов изображения обычно предусматриваются операции "опознавания" указанного маркером элемента и его изменения или вычеркивания. При том на векторных экранах убрать или переместить какой-либо элемент можно быстро, не изменяя остальных, а на распространенных сейчас растровых экранах обычно дело сводится к повторному формированию всего изображения (по внутримашинной модели), с учетом сделанных изменений.

Легче изменять, вводить и убирать текущий, т.е. последний порождаемый элемент изображения. Во многих редакторах имеется режим "резиновой нити" или "резиновой фигуры", которая может перемещаться, наклоняться в зависимости от положения графического маркера. В простейшем случае — для отрезка — его начальная точка "закреплена", а конец соответствует положению перемещаемого маркера. В некоторых графических установках такая операция выполняется аппаратно, для персональных же ЭВМ с растровыми экранами она выполняется программным путем — повторным воспроизведением и стиранием отрезка. При этом перед воспроизведением элемента надо запомнить в оперативной памяти состояние тех растровых точек экрана, по которым пройдет новая линия (чтобы стереть эту линию можно было не просто черным цветом или цветом фона, а восстановив предыдущее состояние экрана в этом месте). Некоторые программы позволяют при формировании отрезка перемещать его оба конца (соответствующим образом переключая маркер). При задании более сложных фигур регулировка, или протяжка могут выполняться по этапам. Например, при формировании дуги окружности сначала указывается ее центр, после его фиксации маркером указывают начальную точку дуги, затем, перемещая маркер, изменяют начальный угол для дуги и ее радиус (на экране при этом может временно воспроизводиться мигающая целая окружность или полуокружность). После фиксации начальной точки дуги (и ее радиуса) перемещающийся маркер позволяет регулировать положение конечной точки дуги.

Выше, рассматривая базовое программное обеспечение, упоминалась возможность закраски областей на экране не только сплошным цветом, но и повторяющимся рисунком. Эта возможность нередко предусматривается и в графическом редакторе. При вызове соответствующей команды на экран временно выводятся образцы подобных рисунков. Иногда можно вызвать модификацию команды, позволяющей задать свой рисунок. Для этого на экран временно выводится прямоугольная табличка, разграфленная на ряд клеток. Маркер переводят на эту табличку и перемещают с клетки на клетку, закрашивая их каким-либо цветом. Затем эта табличка уменьшается до предела, когда каждая клетка соответствует растровой точке. Повторение таких фигур по горизонтали и вертикали и дает узор закраски.

Графические редакторы для ПВМ типа IBM PC. Для профессиональных персональных машин этого типа разными фирмами в разных странах разработано много графических программ и программных систем. Известны программы PBRUSH (от слов Paint Brush — художественная кисть), DR Hallo (по имени автора — доктора Hallo), PCillustrator и другие программы, формирующие растровые изображения, удобны для подготовки иллюстраций, заставок и кадров машинных фильмов (демонстрационных, рекламных и учебных программ).

Более сложные системы предназначаются для специального оборудования — экранов с повышенной разрешающей способностью, лазерных цветных печатающих устройств и др. Пользователи — художники, архитекторы, дизайнеры издательства, выпускающие полиграфическую продукцию.

Интересный момент одной из таких программ: временно выводимая на экран палитра, на которой маркером в виде кисточки или пульверизатора можно смешивать краски, "макая" маркер в "баночки" с исходными красками. Затем цветами, взятыми с определенных мест палитры, можно закрашивать нужные места изображения.

Немаловажный вопрос в пользовании программ-редакторов — возможность сочетания их с программами пользователей, например, на таком уровне: чтение изображений, подготовленных такими редакторами, из программ пользователя на языках БЕЙСИК, ПАСКАЛЬ, ФОРТРАН и других, с возможностью дальнейшего программного нанесения на изображения дополнительных графических элементов; наоборот, возможность дополнительной обработки изображений, полученных "фортрановскими" или "бейсиковскими" программами — с помощью программ графического редактирования.

Системы автоматизированного черчения для ПЭВМ типа IBM PC и машин других марок. Программные системы автоматизированного черчения, ориентированные на машиностроительное, строительное, радиотехническое проектирование и другие области применения, сходны с программами графического редактирования или рисования изображений типа иллюстраций по режиму взаимодействия, даже по отдельным операциям, но имеют ряд отличий.

Во-первых, как правило использование внутримашинной математической (поэлемен-

тной) модели изображения; во-вторых, реализация более или менее широкого круга конструктивных геометрических операций — построения касательных отрезков и дуг, скруглений и сопряжений, перпендикуляров и эквидистант и т.п. В-третьих, предусматриваются такие типичные для чертежной документации фигуры, как размерные линии, простановка специальных знаков (чистоты обработки, точности и пр.). После получения отработанного изображения на экране предусматривается возможность выполнения чертежа на перьевом построителе.

Более мощные системы позволяют с теми или иными ограничениями отображать в аксонометрических и перспективных проекциях и трехмерную информацию.

Для машин типа IBM PC в нашей стране наиболее известна программная система автоматизированного черчения Autocad фирмы Autodesk (США). Постепенно появлялись все более широкие версии этой системы (сейчас известна уже десятая версия). Система может настраиваться на различные конфигурации оборудования — на использование "мышей" или планшетов ввода, графопостроителей разных марок, одного (штатного) экрана ПЭВМ или двух экранов, один из которых работает как графический, а другой — для вывода различной вспомогательной и сопровождающей информации.

Работа с этой программной системой производится в основном на базе "многоступенчатых" таблиц-меню с командами, указаниями режимов работы, названиями типов геометрических элементов и т.д. Большинство параметров элементов можно задавать как графически (положением маркера или перекрестия на экране), так и в численном виде (вводом с клавиатуры координат, размеров, других величин). Распространенные геометрические фигуры (отрезки, окружности, их дуги и некоторые другие) можно задавать в различных вариантах. Окружность, например, можно задать центром и радиусом, центром и точкой, принадлежащей окружности, двумя диаметрально расположенными точками, тремя точками, через которые проходит окружность, и можно также построить ее с помощью операций геометрического конструирования. Различные фигуры можно вычерчивать линиями разного цвета и разной толщины, штриховыми и пунктирными линиями, но, кроме того, введено понятие полос заданной ширины, причем определенные участки таких полос могут быть клиновидными, т.е. иметь переменную ширину. Ряд конструктивных операций, в основном с отрезками, ломаными и окружностями, позволяет строить более сложные фигуры. Возможно определение точек пересечения линий, отсечение ненужных их участков, скругление углов ломаных линий или снятие фасок в углах. Могут быть построены гладкие кривые некоторых типов.

Наличие математической модели позволяет перезадавать изображение на экране с учетом редактирования, в измененном масштабе, с поворотами, наложением или гашением разных слоев и т.д. Информация может объединяться в блоки (сегменты), запоминаться в разном виде на диске.

Эта программная система может работать с трехмерной информацией, отображая ее в различных проекциях. Среди приемов порождения трехмерных объектов — способ "выдавливания", позволяющий получать призматические тела. Предусмотрено, особенно в последних версиях, получение сетчатых поверхностей нескольких типов, например поверхностей вращения, поверхностей, затягивающих заданные четырехугольники.

Система дает возможность получать непрозрачные (с устранением невидимых линий) изображения пространственных объектов, хотя для сравнительно сложных объектов на машинах рассматриваемого типа это занимает много времени.

В диалоговом режиме можно использовать переменные, снабжаемые именами-идентификаторами, арифметические выражения. Предусмотрены также дополнительные режимы работы; в одном из них пользователь может кодировать изображения на языке Aytolisp (версия языка LISP), который считается перспективным для определенного круга задач, но до сих пор фактически остается экзотическим.

Та же фирма предлагает программные системы смежного назначения. Например, программа Auto SHADE может формировать раскрашенные изображения трехмерных объектов, в том числе по канве, предварительно сформированной системой Autocad.

Для персональных машин Appricot (Англия) и некоторых других марок предназначена программная система Dragon примерно того же назначения, что и Autocad.

Свои программные системы автоматизации чертежно-графических работ имеют графические рабочие станции, выпускаемые рядом фирм. Известны различные варианты программного обеспечения для комплексов графического оборудования и графических рабочих станций фирмы Berson (Франция). В этих программах широко используются графические клавиатуры-"меню" в виде таблиц, накладываемых на планшеты кодировочных устройств.

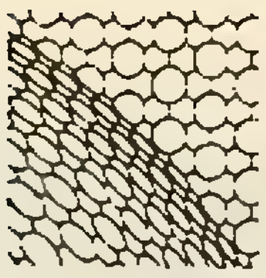
Программная система Teknicad предназначена для высококачественных графических терминалов и рабочих станций фирмы Tektronix; она, в частности, работает на мини-ЭВМ VAX, которая имеет существенно большие возможности, чем IBM PC.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПСМО "Северовостокэнергострой"

реализует интеллектуальные терминалы ЕС-8534.03 (см. статью в сборнике "Вычислительная техника и ее применение". — 1989. — № 12. — С.14), представляющие собой микро-ЭВМ, способные работать как ПЭВМ с возможностью передачи данных по коммутируемым каналам телефонной сети общего пользования и ПД-200.

Обращаться по адресу: 681015, Комсомольск-на-Амуре, ул.Кирова, 16.

Телефон: 4-89-21.



В этой статье представлены базовые графические операторы версии языка БЕЙСИК, встроенной в доступный и популярный в нашей стране бытовой компьютер микро-ЭВМ БК0010-01. Здесь приведены также программы-листинги простейших примеров их реализации на экране видеомонитора.

А.А.Павлова

Базовая графика версий языка БЕЙСИК, близких к MSX

Машинная графика становится все более доступным, популярным и пленительным средством общения человека с ЭВМ. Знание азов компьютерной графики и умение их использовать на простейшем базовом уровне становятся неотъемлемым элементом грамотности и культуры каждого современного человека.

В настоящее время программисты самых высоких профессиональных рангов создали немало систем машинной графики, графических редакторов и пакетов прикладных графических программ, позволяющих успешно применять средства машинной графики практически во всех сферах человеческой деятельности. Эти готовые системы в ряде случаев не требуют от пользователя даже поверхностного знакомства с сутью, принципами и секретами работы того черного ящика, который дает "мистическое" начало возникновения на экранах мониторов изумительных картинок, восхищающих воображение даже видавших виды профессионалов традиционной, ручной графики.

А чтобы приоткрыть этот черный ящик и сделать его хотя бы немного прозрачным для любознательного пользователя, надо ознакомить его с простейшими базовыми средствами машинной графики.

Описываемая версия БЕЙСИКа очень близка к версиям MSX-БЕЙСИК и им подобным, разработанным для многих отечественных и зарубежных ПЭВМ типа: "Корвет", УКНЦ, "Ямаха", IBM PC и т.п. Для всех названных версий (диалектов) языка БЕЙСИК (MSX) характерны богатство и простота графики наряду с возможностями их дальнейшего расширения. Запись графических операторов и их реализация на различных ПЭВМ, работающих с версиями языка БЕЙСИК, близкими к MSX, в основном адекватны.

Предлагаемые примеры графических программ реализованы на графическом экране видеомонитора "Электроника 32 ВТЦ-201", имеющем такие основные технические данные: число видимых точек на экране — 256x256; 32 символах32 строки; номинальный размер рабочего поля экрана — 154x219 мм; размеры кинескопа по диагонали — 32 см; количество цветов — 4.

При описании графических операторов будем иногда использовать квадратные скобки []. Текст, написанный в этих скобках, не обязателен, но если он используется в команде, операторе или функции, то квадратные скобки не набираются.

Для генерации изображений на экране монитора используется команда RUN; для очистки экрана — CLS; для удаления всех программ из памяти — NEW.

Графические экраны

Операторы COLOR, PAINT, CLS, LOCATE

Мониторы большинства ПЭВМ, в том числе и БК0010-01, имеют растровые экраны. Растровый экран можно рассматривать как конечное множество (массив) ячеек, находящихся внутри прямоугольника с горизонтальными и вертикальными сторонами. Все ячейки этого массива расположены в строгом порядке по строкам и столбцам. Каждая ячейка определяется как область пересечения столбца с порядковым номером X и строки с порядковым номером У, т.е. каждую ячейку можно обозначить (идентифицировать) так: (X, У).

На экране рассматриваемой нами ПЭВМ верхняя строка ячеек принята за координатную ось x, левый стол-

бец ячеек — за ось у, а верхняя левая ячейка служит началом (0,0) системы координат заданного экрана.

Координату с максимальным значением имеет точка правого нижнего угла экрана (255, 240). При этом строки, отводимые для служебных надписей в верхней части экрана, не учитываются.

В дальнейшем эти ячейки экрана будем называть точками, такие координаты — абсолютной координатной идентификацией.

Для данного типа экрана понятие точки адекватно понятию пикселя (от английских слов — picture element) которым называют наименьший элемент экрана ЭЛТ, которому может быть независимым образом заданы цвет, интенсивность и другие характеристики изображения. Расстояние между соседними пикселями (точками) называют растровой единицей (понятия пикселя и точки не всегда адекватны — например, для экрана дисплея ПЭВМ "Ямаха" в графическом режиме SCREEN 3 одна точка экрана содержит четыре пикселя).

Экран ПЭВМ БК0010-01 все время доступен для вывода текста и графической информации и не требует специальной команды подготовки (инициализации) графического режима работы дисплея (в отличие от названных ранее типов ПЭВМ, в которых каждый режим работы определяется посредством оператора SCREEN с соответствующими аргументами).

Итак, графический экран ПЭВМ БК0010-01 имеет размер 256x241 точек, что соответствует матрице из 61696 ячеек — адресуемых точек.

• ОПЕРАТОР COLOR устанавливает цвет экрана.

Формат: COLOR C1, C2

где: C1 — целое выражение, указывающее номер цвета текста и графического изображения (переднего плана);

число в пределах (0,4); C2 — целое выражение, указывающее номер цвета фона;

число в пределах (0,4).

Номера цветов монитора:

0 — прозрачный (цвет фона); 0 для фона означает черный цвет;

1 — красный;

2 — зеленый;

3 — синий;

4 — черный.

В момент включения монитора и по умолчанию устанавливается стандартный цветовой режим, соответствующий записи: COLOR 1,4 (красное изображение на черном фоне).

Если в графических операторах не указывать номера цвета изображения, то по умолчанию устанавливается цвет, определяемый номером C1 в последнем из встретившихся в операторе COLOR. В случае нарушения допустимых границ номеров цветов выдается сообщение об ошибке 5.

Если цвета изображения и фона случайно совпали, то создается впечатление пустого экрана и эффекта "зависания", так как компьютер не реагирует на клавиатуру. Для приведения ЭВМ в готовность нужно остановить выполнение программы посредством клавиши "СТОП", после чего восстановить стандартный цветовой режим нажатием ключа 6.

При отсутствии обоих параметров C1 и C2 выдается сообщение об ошибке 24.

• ОПЕРАТОР PAINT окрашивает часть экрана в один цвет.

Формат: PAINT (X, У), [C], [C1],

где: X, У — координаты начальной точки, которая должна находиться строго внутри раскрашиваемой области, но в то же время в пределах экрана;

C — целое выражение, задающее номер цвета окрашиваемой части экрана; число из интервала (0,4);

C1 — целое выражение, задающее номер цвета контура окрашиваемой части экрана; число из интервала (0,4).

Если в этом операторе опущен параметр C, то область окрашивается цветом, указанным в последнем из встретившихся операторов COLOR. Если опущен параметр C1, то область закрашивается цветом своего контура.

Контур окрашиваемой области

должен быть замкнутым, иначе краска "прольется" и зальет весь экран (либо его часть вне нужной области). За пределами экрана оператор не работает.

В операторе PAINT положение начальной точки можно задать и относительными координатами, используя элемент оператора STEP (шаг), параметры которого указывают величины сдвига X и У начальной точки относительно координат последней точки, обработанной графическим оператором.

Работу этого оператора демонстрируют многие примеры, рассматриваемые нами в дальнейшем при описании графических операторов .

Следует заметить: если внутри окрашиваемого контура расположена замкнутая область, цвет границы которой равен номеру цвета параметра C или C1, то она не закрашивается.

● ОПЕРАТОР CLS очищает экран.

Формат: CLS

Этот оператор окрашивает весь экран в текущий цвет фона. Посредством оператора CLS можно наиболее быстро получить сплошной экран любого цвета; его удобно использовать для заливки нужным цветом больших участков экрана.

● ОПЕРАТОР LOCATE передвигает курсор на экране, высвечивая и погашая его.

Формат: LOCATE X, У [,K],

где позиция X (столбец), на которой должен быть расположен курсор, целое выражение, число из интервала (0,255);

позиция У (строка), на которой должен быть расположен курсор, целое выражение, число из интервала (0, 255);

К — целое выражение, указывающее, есть курсор на экране (К = 0) или нет (К = 0); по умолчанию К = 0.

Этот оператор контролирует местоположение курсора на экране. При генерировании текста на экране столбцы нумеруются слева направо от 0 до 31, а строки — сверху вниз от 0 до 23. Курсор передвигается на позицию, указанную в операторе LOCATE. Этот оператор не влияет на положение графического курсора; понятие "позиция" (X, У) в операторе LOCATE не адекватно понятию "координата" (X, У) в графических операторах: если, например, позиция X = 35 (т.е. X > 31), то курсор установится в столбце с номером 3 (35 — 32), начиная с 0.

Работу операторов CLS и LOCATE демонстрирует программа "Бегущая строка" (листинг 1): здесь строка 50 задает невидимый курсор, указывающий меняющиеся в циклах (строки 30, 40, 100, 110) положения X, У первой буквы слова "Эврика!", формируемого на экране оператором PRINT в строке 60. Оператор CLS в строке 90 стирает текущее слово (предыдущее), а цикл формирует следующее. Шаг в каждом формирующем цикле равен 1 (одной букве, знаку; в общем случае его величина должна быть не менее 1/256). В результате создается впечатление движения слова по строке, а строки — по экрану. Для замедления скорости этого движения (т.е. действия операторов в строках программы) использован пустой цикл (строки 70 и 80), единственное назначение которого — тянуть время.

Листинг 1

```
10 REM "БЕГУЩАЯ СТРОКА"
20 CLS
30 FOR Y=5 TO 15
40 FOR X=0  TO 31
50 LOCATE X,Y
60 PRINT "ЭВРИКА!"
70 FOR T=1 TO 300'ПУСТОЙ ЦИКЛ
80 NEXT
90 CLS
100 NEXT
110 NEXT
```

Задание точек на экране

Операторы PSET и PRESET

В каждый момент времени одна из текущих точек экрана любого растрового дисплея, работающего в гра-

фическом режиме, будет выделенной ("отработанная" точка); считают, что в ней находится графический курсор, который на экране не изображается и потому незаметен. В момент входа в графический режим курсор устанавливается в положение с координатами (0,0) — левый верхний угол экрана.

● ОПЕРАТОР PSET генерирует (зажигает) точку на экране.

Формат: PSET (X, У) [,C] или PSET STEP (Δ X, Δ У) [,C],

где: X, У — абсолютные координаты точки на экране;

Δ X, Δ У — относительные координаты точки;

C — номер цвета точки.

Координаты X и У определяются как целые выражения (числа) в интервале (0, 255) и (0, 240) соответственно. При значениях координат, выходящих за указанные пределы рабочей области экрана, графические элементы не высвечиваются или частично отсекаются, программа продолжает работать. Если выражения X, У содержат нецелые числа, то в операторе PSEN происходит их округление до целого числа.

Относительные координаты Δ X и Δ У также определяются как целые выражения (числа); они задают расстояние точки относительно текущего положения графического курсора (вдоль осей x и y), т.е. такие координаты подсчитываются относительно последней точки, обработанной графическими операторами. Это расстояние является смещением, шагом генерируемой точки. Параметры шага положительны, если смещение идет вправо-вниз, или отрицательны, если смещение идет влево-вверх.

Номер цвета C — целое выражение, число из интервала (0,4). Если номер цвета выходит за допустимые пределы, то выдается сообщение об ошибке 5. Если в операторе PSET параметр C отсутствует, то по умолчанию точка окрашивается в текущий цвет, определяемый оператором COLOR (последним из встречающихся в программе).

Иллюстрацией действия оператора PSET служит программа "Пунктирные линии" (листинг 2). Здесь по умолчанию действует цветовой режим экрана COLOR 1,4 — красный передний план (изображения) на черном фоне. Поэтому оператор PSET в строке 30 зажигает красную точку, заданную своими абсолютными координатами. Все последующие операторы PSET зажигают точки, определяемые их относительными координатами — шагами, имеющими как положительные, так и отрицательные знаки. Генерация точек идет в режиме циклов, поэтому формируются разноцветные множества из точек (пунктов) — пунктирные линии.

Листинг 2

```
10 REM "ПУНКТИРНЫЕ ЛИНИИ"
20 CLS
30 PSET (80,120)
40 FOR I= 0 TO 50
50 PSET STEP(1,0),2
60 NEXT
70 FOR T =0 TO 30
80 PSET STEP (0,1),3
90 NEXT
100 FOR J=0 TO 10
110 PSET STEP (3,3)
120 NEXT
130 FOR Q=0 TO 15
140 PSET STEP (3,-5),2
150 NEXT
160 FOR H=0 TO 5
170 PSET STEP (-10,0)
180 NEXT
190 FOR P=0 TO 200
200 PSET STEP (-1,0)
210 NEXT
```

● ОПЕРАТОР PRESET используется для окрашивания точки на экране в цвет фона, дает эффект гашения — стирания точки с экрана.

Формат: PRESET (X,У) [,C] или PRESET STEP (ΔX,ΔУ) [,C],

где X, У — абсолютные координаты точки на экране;

Δ X, Δ У — относительные координаты точки;

C — номер цвета точки.

При выполнении этого оператора без параметра С соответствующая точка (с координатами Х,У) окрашивается в цвет фона — стирается.

Если в операторе PRESET параметр С присутствует, то действия операторов PRESET и PSET одинаковы.

В программе "Парад звезд" (листинг 3) используются оба оператора: PSET и PRESET. Первый оператор (строка 60) зажигает разноцветные точки-звезды с координатами Х и У (строки 30, 40) — случайными числами (RND), не превышающими соответствующих пределов (256, 240). Второй оператор (строка 70) гасит часть звезд — независимо от их цвета. Если удалить из программы строку 70, исчезнет с экрана фон — черное "небо" и картинку на экране можно назвать по-другому: "Конфетти", "Мозаика", "Ярмарка" и т.п.

Листинг 3

```
10 REM "ПАРАД ЗВЕЗД"
20 CLS
30 X=256*RND(1)
40 Y=240*RND(1)
50 C=RND(1)*4
60 PSET (X,Y),C
70 PRESET (X-20,Y-30)
80 GOTO 30
```

Рассмотрим замечательные возможности оператора PSET, посредством которого можно создавать библиотеки интереснейших кривых линий. Богатство этих возможностей обусловлено разрешением использовать выражения в качестве параметров Х и У. Например, в "Калейдоскопе кривых" (см.листинг 4), каждая координата точки в строке 100 вычисляется как функция одного и того же параметра (см. строки 70 — 90). В "Волновом пакете" (см. листинг 5) одна координата точки (строка 110) изменяется от 0 до 255 по закону, определяемому циклом в строке 60, а вторая координата У вычисляется как функция от параметра (строки 90, 70, 80). В этой же программе идет формирование второй кривой (в противофазе к первой) посредством второго оператора PSET в строке 120. Аналогично генерируются "Трио синусоид" и кривые Лиссажу" в листингах 6 и 7.

Листинг 4

```
10 REM "КАЛЕЙДОСКОП КРИВЫХ"
20 CLS
30 INPUT A 'A=1-8
40 INPUT B 'B=1-6
50 INPUT C 'C=5-10
60 FOR I=1 TO 3600
70 Z=6.2832*I/360
80 X=124+90*SIN(C*Z)*COS(A*Z)
90 Y=120+90*COS(C*Z)*SIN(B*Z)
100 PSET (X,Y),2
110 NEXT
```

Листинг 5

```
10 REM "ДЕВЯТЫЙ ВАЛ"(ВОЛНОВОЙ
                     ПАКЕТ)
20 CLS
30 INPUT R'АМПЛИТУДА R=30-500
40 INPUT K'ЧИСЛО'ПЕРИОДОВ K=5-15
50 INPUT S'ШАГ S<=0.4
60 FOR X=0 TO 255 STEP S
70 Z=X-128
80 AL=K*Z*6.2832/256
90 Y=120-R*SIN(AL)/Z
100 W=120+R*SIN(AL)/Z
110 PSET (X,Y),2
120 PSET (X,W)
130 NEXT
```

Построение отрезков прямых, ломаных линий и прямоугольников

Оператор LINE генерирует на экране отрезки прямых, прямоугольники

Формат: LINE (X1, У1) — (X2, У2) [,C] [,B] либо [,BF] или LINE STEP (△ X1, △ У1) -STEP (△X2,△У2) [,C] [,B] либо [,BF],

где X1,У1; X2, У2 — координаты двух точек — концов отрезка;

С — номер цвета;

В — генерирует контур прямоугольника с координатами противоположных вершин X1, У1 и X2, У2 цвета С;

Листинг 6

```
10 REM ТРИО СИНУСОИД
20 INPUT R'АМПЛИТУДА R=0.1-0.5
30 INPUT K'ЧИСЛО ПЕРИОДОВ 2-10
40 INPUT S'ШАГ S=0.1-0.5
50 FOR X=0 TO 255 STEP S
60 AL=K*X*6.28/256
70 Y=124-R*X*SIN(AL)
80 A=85.3/K
90 B=170.6/K
100 PSET (X,Y),1
110 PSET (X-A,Y),2
120 PSET (X-B,Y),3
130 NEXT
140 END
```

Листинг 7

```
10 REM "УЗОРЫ ЛИССАЖУ"
20 CLS
30 INPUT R
40 INPUT K
50 INPUT Q
60 INPUT S
70 FOR X=0 TO 255 STEP 0.2
80 AL=6.2832*K*X/256
90 BT=6.2832*Q*X/256
100 B=6.2832/S
110 Z=128+R*COS(AL)
120 W=120+R*SIN(BT+B)
130 PSET (Z,W),2
140 NEXT
```

стороны прямоугольника параллельны краям экрана;

BF — генерирует контур прямоугольника (с указанными выше вершинами) и заполняет его цветом C;

ΔX1,ΔУ1,ΔX2,ΔУ2 — относительные координаты точек — концов отрезка.

Если в операторе LINE опущены первые два параметра, то по умолчанию линия проводится из той точки, в которой графический курсор находился в предыдущий момент, т.е. берутся координаты точки, заданные в предыдущем графическом операторе.

Если в операторе отсутствует параметр C, то цвет сформированного объекта по умолчанию соответствует цвету переднего плана (изображения) в операторе COLOR (последнем из встретившихся).

Чтобы стереть линию, надо провести ее еще раз, но уже цветом фона.

Если в этом операторе не указан цвет (C), а параметр B (либо BF) присутствует, то оператор должен иметь вид

LINE (X1,Y1) — (X2,Y2), , B [BF].

В описываемой нами версии языка БЕЙСИК при записи BF оператор LINE не работает; для закрашивания прямоугольника надо использовать оператор PAINT, о котором шла речь ранее.

Рассмотрим действие оператора LINE. Программа "Рамка" формирует три разноцветных прямоугольника (см. листинг 8, строка 40), координаты двух вершин которых вычисляются в зависимости от параметра C, меняющегося в цикле от 1 до 3 (см. строка 30).

Листинг 8

```
10 CLS
20 REM "РАМКА"
30 FOR C= 1 TO 3
40 LINE (20+8*C,15+6*C)-
        (240-8*C,150-6*C),4-C,B
50 NEXT
```

Программа "Цветовой ряд" (см. листинг 9) формирует на экране 15 разноцветных (красный, зеленый, синий) прямоугольников, отстоящих друг от друга на расстоянии восьми единиц и имеющих размеры сторон:

Листинг 9

```
10 REM "ЦВЕТОВОЙ РЯД"
20 CLS
30 PSET (5,160),4
40 FOR I=1 TO 5
50 FOR C= 1 TO 3
60 LINE STEP (6,-130)-
   STEP(6,130),C,B
70 NEXT C,I
```

8 и 130 экранных единиц (см. строка 60). Здесь в операторе LINE удобно использовать относительные координаты.

Движение прямоугольника в программе "Бегущий прямоугольник" (см. листинг 10) происходит благодаря прямоугольнику, формируемому в строке 60, он конгрузнтен зеленому прямоугольнику, создаваемому строкой 50, но, следуя за ним с небольшим отставанием, гасит его своим черным цветом — цветом фона. Попробуйте посмотреть на экране работу этой программы, введя строку 25 — COLOR 1,1.

Листинг 10

```
10 REM "БЕГУЩИЙ ПРЯМОУГОЛЬНИК"
20 CLS
30 LINE (10,50)-(50,80),2,B
40 FOR X=50 TO 250 STEP 1
50 LINE (X,50)-(X+1,80),2,B
60 LINE (X-40,50)-(X-39,80),4,B
70 NEXT X
```

Используя оператор LINT, можно получать красивые узоры и самые разнообразные контуры, состоящие из ломаных линий. Примеры таких построений приведены в программах "Математическое вышивание" (листинг 11 — в том листинге имеется незнакомый пока что оператор, рисующий эллипс в строке 151), "Звезда" (листинг 12), "Правильный многоугольник" (листинг 13).

Листинг 11

```
10 REM "МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВЫШИВАНИЕ"
20 X=50
30 Y=40
40 FOR K=1 TO 10
50 LINE (30,Y)-(X,190),2
60 X=X+20
70 Y=Y+15
80 NEXT
90 X=30
100 Y=55
110 FOR L=1 TO 10
120 LINE (X,40)-(230,Y)
130 X=X+20
140 Y=Y+15
150 NEXT
151 CIRCLE (130,115),25,3
152 PAINT (130,115),3
160 FOR Q=0 TO 2
170 LINE (30-5*Q,40-5*Q)-
    (230+5*Q,190+5*Q),3,B
180 NEXT Q
```

Листинг 12

```
10 REM "ЗВЕЗДА"
20 CLS
30 FOR I=0 TO 5
40 A=I*144*3.1416/180
50 X(I)=130-80*SIN(A)
60 Y(I)=100-80*COS(A)
70 NEXT
80 FOR K= 0 TO 4
90 LINE (X(K),Y(K))-
   (X(K+1),Y(K+1))
100 NEXT
110 PAINT (5,5),1
```

Листинг 13

```
10 REM "ПРАВИЛЬНЫЙ МНОГОУГОЛЬНИК"
20 CLS
30 INPUT N
40 INPUT R
50 DIM X(16)
60 DIM Y(16)
70 X(0)=128-R
80 Y(0)=128
90 FOR K=1 TO N
100 AL=6.2830*K/N
110 X(K)=128-R*COS(AL)
120 Y(K)=128-R*SIN(AL)*1.33
130 LINE (X(K-1),Y(K-1))-(X(K),
    Y(K)),2
140 NEXT
```

Тем читателям, которые захотят сами придумать узоры и оригинальные конфигурации, рекомендуем для подсчета координат использовать бумагу в клеточку или миллиметровку.

Построение окружностей, кругов, эллипсов и их частей

Оператор CIRCLE

● Оператор CIRCLE формирует окружности, эллипсы и их дуги.

Формат: CIRCLE [STEP] (X,Y), R [,C] [,α] [,β] [,E],

где X, У — абсолютные координаты центра окружности;

X, У — относительные координаты центра окружности (ΔX, ΔУ), если в операторе используется слово STEP;

R — целое выражение, задающее радиус окружности;

C — целое выражение, задающее номер цвета окружности;

α — арифметическое выражение, задающее положение начальной точки дуги (в радианах);

β - арифметическое выражение, задающее положение конечной точки дуги (в радианах);

E — арифметическое выражение, задающее эксцентриситет (коэффициент сжатия-растяжения) эллипса.

При работе этого оператора на экран выводится лишь та часть окружности (эллипса), которая не выходит за пределы координатной матрицы экрана (0, 255; 0, 240). Значение параметра E должно лежать в пределах: $256 \geqslant E \geqslant 1/256$. В нужных случаях этот коэффициент подбирается так, чтобы фигура максимально соответствовала окружности, т.е. если на экране окружности недостаточно "круглые", то изменяют значение параметра E. В нашем случае наиболее подходит E = 1,33.

Для стирания окружности надо вычертить ее еще раз, но цветом фона.

При наполнении оператора CIRCLE без указания цвета на экран выводится окружность цвета переднего плана, указанного в операторе COLOR (последнем из встречающихся в программе).

После завершения работы оператора CIRCLE графический курсор устанавливается в центр окружности.

Внутреннюю область окружности (эллипса) можно закрасить посредством оператора PRINT, получив круг (заполненный эллипс).

Если в этом операторе не указывают параметров C, , , но задают параметр E, то оператор следует записывать так:

CIRCLE (X,Y),R,,,,E.

Если в операторе CIRCLE параметры и взяты со знаком минус, то центр окружности соединяется с соответствующими концами дуги, формируя радиусы. Знак минус на величину дуги никакого влияния не оказывает.

Напомним, что отсчет положительных величин углов идет против часовой стрелки от горизонтального луча, направленного из центра окружности направо.

Для устранения некоторой неоднозначности задания дуг в расширенных версиях языка БЕЙСИК принято такое соглашение: если считать, что дуга всякий раз строится от меньшего значения угла, заданного параметрами α или β до большего, то:

а) если $\alpha < \beta$, она чертится против часовой стрелки;

б) если $\alpha > \beta$, дуга чертится по часовой стрелке.

При формировании эллипса параметр E определяется как отношение вертикальной полуоси эллипса к горизонтальной. Когда E<1, длина горизонтальной полуоси равна R, а длина вертикальной полуоси равна R*E. Когда E>1, наоборот, длина вертикальной полуоси равна R, а длина горизонтальной полуоси равна R/E.

По умолчанию параметр E = 1, а параметры α и β равны 0 и 2*PI (6.263186).

Вместо значения дуги 0 в ряде случаев лучше брать 0.001.

Оператор CIRCLE является пока что единственным в MSX-БЕЙСИК, позволяющим формировать кривые линии без циклов.

Рассмотрим примеры использования и работы этого оператора. Две программы "Окрашивание замкнутого контура" (листинг 14) и "Круги и эллипсы" (листинг 15) демонстрируют работу оператора CIRCLE с различны-

ми вариантами задания координат (абсолютных и относительных) центров окружностей (эллипсов), параметра цвета и параметра Е.

Листинг 14

```
10 REM "ОКРАШИВАНИЕ ЗАМКНУТОГО
   КОНТУРА"
20 CLS
30 CIRCLE (128,128),60
40 PAINT (128,128),3,1
50 LINE (200,10)-(245,230),2,B
60 PAINT (220,20),,2
70 CIRCLE (30,150),50,3,,,2
80 PAINT (30,150),2,3
```

Листинг 15

```
10 REM "КРУГИ И ЭЛЛИПСЫ"
20 CLS
30 CIRCLE (128,120),20,2,,,1.3
40 PAINT (128,120),2
50 CIRCLE STEP (50,-50),
   25,,,,1.3
60 CIRCLE STEP (-60,-40),30,
   3,,,1.2
70 CIRCLE (60,180),40,3,,,1.3
80 PAINT (60,180),3
90 CIRCLE (210,190),30
100 PAINT (210,190),1
110 CIRCLE (40,70),30,,,,0.6
120 PAINT (40,70)
130 CIRCLE (135,200),20,2,,,3
140 PAINT (135,200),2
```

Программа "Светофор" (листинг 16) и только что названные две программы демонстрируют работу оператора PAINT, закрашивающего замкнутые области экрана (окружности, эллипсы, прямоугольники).

Листинг 16

```
10 REM "СВЕТОФОР"
20 CLS
30 PSET (40,120)
40 FOR J=1 TO 4
50 CIRCLE STEP (40,0),20,,,,1.33
60 NEXT
70 PSET (50,120)
80 FOR I=1 TO 4
90 PAINT STEP (40,0),I,1
100 NEXT
```

В программе "Преследователь" (листинг 17) вскрыта идея организации движения окружности по экрану — за верхней зеленой окружностью мчится (со сдвигом 5 единиц) черная окружность-двойник (цвета фона) и стирает следы первой окружности, создавая эффект движения (строка 40). А за нижней окружностью следует ее красный двойник (строка 60), запечатлевая на экране красивый орнамент-след.

Листинг 17

```
10 REM "ПРЕСЛЕДОВАТЕЛЬ"
20 CLS
25 FOR X= 40 TO 215 STEP 5
30 CIRCLE (X,80),40,2,,,1.3
40 CIRCLE (X-5,80),40,4,,,
   1.3'ДВОЙНИК
50 CIRCLE (X,180),40,2,,,1.3
60 CIRCLE (X-5,180),40,,,,
   1.3'ДВОЙНИК
120 NEXT
```

Программа "Деление круга" (листинг 18) позволяет разделить круг на три разноцветных равных сектора; деление осуществляют радиусы, построенные операторами CIRCLE в строках 30, 50, 70.

Листинг 18

```
10 REM "ДЕЛЕНИЕ КРУГА"
20 CLS
30 CIRCLE (128,128),80,,-3.14/6,
   -3.14*5/6,1.3
40 PAINT (128,100)
50 CIRCLE (128,128),80,2,-3.14*
   5/6,-4.65,1.3
60 PAINT (120,140),2
70 CIRCLE (128,128),80,3,-4.65,
   -3.14/6,1.3
80 PAINT (140,140),3
```

В программе "Аксонометрия фланца" обратите внимание на такую хитрость: некоторые эллипсы не замыкаются, давая тем самым залить краске (строка 190) все необходимые участки и сформировать наглядное изображение средствами простой базовой графики (листинг 19).

Листинг 19

```
10 REM "АКСОНОМЕТРИЯ ФЛАНЦА"
20 E=.58
30 CIRCLE (128,90),40,2,,,E
40 CIRCLE (128,90),80,2,,,E
50 CIRCLE (128,100),80,2,3.14,
   6.28,E
60 LINE (48,90)-(48,100),2
70 LINE (208,90)-(208,100),2
80 CIRCLE (64,90),12,2,,,E
90 CIRCLE (188,90),12,2,,,E
100 CIRCLE (128,90-60*E),12,
    2,,,E
110 CIRCLE (128,90+60*E),12,
    2,,,E
120 CIRCLE (128,100),40,2,0,3.
    14,E
130 CIRCLE (64,100),12,2,0,3.
    14,E
140 CIRCLE (188,100),12,2,0,3.
    14,E
150 CIRCLE (128,100-60*E),12,2,
    0,3.14,E
160 CIRCLE (128,100+60*E),12,2,
    0,2.14,E
170 FOR Q=1 TO 1000
180 NEXT
190 PAINT (80,90),2
```

Описание графической информации посредством оператора DRAW

В состав расширенного БЕЙСИКа включен оператор DRAW, реализующий в пределах БЕЙСИКа простой язык графической информации GML (графический макроязык). Это компактный способ кодирования несложных фигур. С помощью этого оператора изображенная на экране фигура может быть увеличена (уменьшена) и повернута. Следовательно, используя этот оператор, можно производить над геометрическими объектами преобразования гомотетии, подобия, симметрии, переноса, вращения и т.п.

● Оператор DRAW выполняет строки графических подкоманд.

Формат: DRAW "символьное выражение",

где символьное выражение — строка, содержащая графические подкоманды.

Каждая подкоманда оператора состоит из буквы, идентифицирующей команду, за которой следует аргумент (параметр). Аргументом может быть целая константа или обращение к индексной переменной.

На экране отображаются только те значения аргументов, которые соответствуют координатам X и У точек в интервалах (0,255) и (0,240) соответственно.

В качестве разделителей между подкомандами можно использовать пробелы или точку с запятой, но их может и не быть.

Группа подкоманд, обозначаемых буквами R, F, D (см.рис.1), формирует отрезки прямых в одном из восьми возможных направлений. Длина отрезка может быть выражена числом, как, например, в программах "Меандр" (см. листинг 20; строка 70) или "Орнамент "Хива" (см. листинг

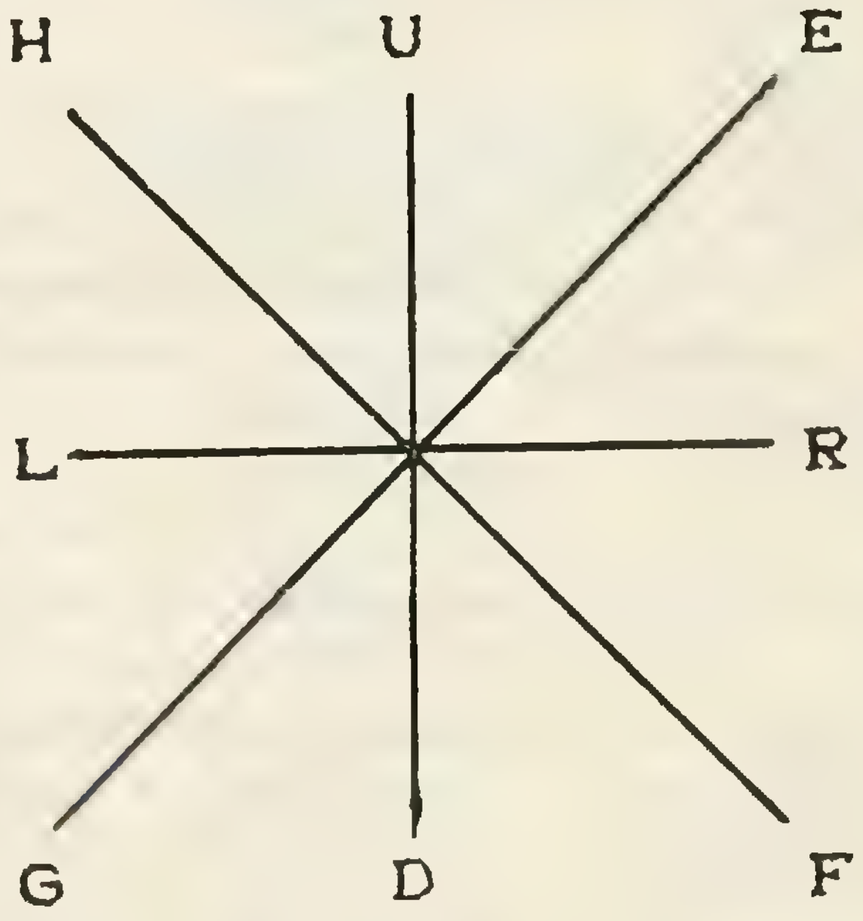


Рис.1

Листинг 20

```
10 REM "МЕАНДР"
20 CLS
30 FOR T=1 TO 3
40 COLOR T,4
50 FOR I=10 TO 216 STEP 40
60 FOR J=50 TO 200 STEP 45
70 DRAW "S8BM=I;,=J;
   D14R14U8L8U6R14"
80 FOR Q= 1 TO 300
90 NEXT Q,J,I,T
100 END
```

21; строки 40 и 90), или индексной переменной, как, например, в программе "Очерк консоли стойки" (листинг 22; строки 120, 130). Но чтобы в строке подкоманд вместо числовой константы использовать числовую переменную, надо перед именем этой переменной поставить символ =, а после имени — точку с запятой; используемые переменные должны быть целого типа: H = B%; R = A%;... Это правило относится и к другим подкомандам оператора DRAW.

Листинг 21

```
10 REM ОРНАМЕНТ "ХИВА"
20 FOR J=42TO160 STEP 36
30 FOR I=10TO216 STEP 36
40 DRAW "S4BM=I;,=J;
   E9R8E5F5R8F9G9L8G5H5L8H9"
50 NEXT
60 NEXT
70 FOR K=60TO160 STEP 36
80 FOR A=28TO180 STEP 36
   E9R8E5F5R8F9G9L8G5H5L8H9"
90 DRAW "S4BM=A;, =K;
100 NEXT
110 NEXT
```

Листинг 22

```
10 REM "ОЧЕРК КОНСОЛИ СТОЙКИ"
20 CLS
30 X%=100
40 Y%=45
50 K=2
60 A%=60
70 B%=A%/2.5
80 C%=K*A%
90 D%=A%-B%
100 H%=C%+2*B%
110 PSET (X%,Y%)
120 DRAW "S4 R=A%;D=B%;G=B%;"
130 DRAW "S4 D=C%;L=D%;U=H%;"
```

Подкоманда N вызывает возврат графического курсора в текущую точку после выполнения перемещения, заданного этой подкомандой: NR3 NH7 N18...

Подкоманда M, X, Y или M [±] Δ X, [±] Δ Y чертит отрезок прямой от текущей точки до точки с абсолютными координатами X, Y или до точки с относительными координатами Δ X, Δ Y. Если перед первым аргументом (X) указан знак + или -, то знак перед вторым аргументом не учитывается. На эту подкоманду не действуют операции поворота и масштабирования.

Подкоманда B "Поднятое перо" указывает, что графический курсор перемещается, но траекторию не высвечивает. Индекс B записывают перед кодом перемещения: BD3 BR10... Нередко в программах используют сочетание подкоманд B и M: BM = I; , = J;... BM = A;, = K;... (см. строки 70 и 40, 90 в листингах 20 и 21 соответственно); это означает, что графический курсор начинает вычерчивание фигуры с начальной точки, координатами которой служат индексные переменные I (A...) и J (K...), определяемые строками 50, 60 в программе "Меандр" и строками 20, 30, 70, 80 в программе "Хива".

Подкоманда C задает номер цвета вычерчиваемой фигуры; номер цвета определяет параметр — целое выражение, число из интервала (0, 4). Параметр цвета может быть как целым числом: C2 (см. строку 80 в листинге 23), так и индексной переменной: C = T; (см. строки 70, 60, 40 в листинге 23).

Подкоманда A "Поворот" изменяет направление вычерчивания начальной фигуры. Подкоманда записыва-

Листинг 23

```
10 REM "ПОДОБИЕ И СИММЕТРИЯ"
20 CLS
30 A$ =
   "E9R8E5F5R8F9G9L8G5H5L8H9"
40 FOR W=0 TO 3
50 FOR Q=4 TO 10
60 T=W+1
70 DRAW "C=T;A=W;S=Q;BM128;,
   124XA$;"
80 DRAW "C2;A3;S=Q;BM128;,
   124XA$;"
90 NEXT Q,W
100 END
```

ется: AT, где T — одно из четырех возможных значений, кодирующих угол поворота, согласно таблице:

Значение T	Угол поворота (градусы)
0	0
1	90
2	180
3	270

Поворот осуществляется против часовой стрелки вокруг точки, с которой начинается вычерчивание, и относится ко всем последующим перемещениям и проводимым линиям. По умолчанию значение T равно 0.

Параметр поворота задают индексной переменной, например: A = W (см.строки 70 и 40 в листинге 23).

Подкоманда S "Масштаб" изменяет (задает) масштаб формируемого изображения. Подкоманда записывается: SK, где K — параметр, реализующий величину изображения; число в пределах (1, 255). По умолчанию принимается значение K = 4, что соответствует масштабу изображения 1:1. Масштаб изображения и параметр K связаны соотношением K = 4*M (см. таблицу).

M	1	2	4	8	1/2	1/4	1/8	1	
	1:1	2:1	4:1	8:1	1:2	1:4	1:8	1:1	M = K/4
K									По
	4	8	16	32	2	1	1/2	0 = 4	умолчанию: K = 4 = 0

Параметр K в подкоманде S может быть выражен индексной переменной: S = Q; (см. строки 70, 80, 50 в листинге 23, где индексная переменная масштаба реализует преобразование геометрии начальной фигуры, заданной строкой 30).

Подкоманда X размещает начальное изображение в заданном месте экрана, организует компоновку формируемых геометрических объектов. Подкоманде X предшествуют координаты (X, У) начальной точки (точки привязки), в которую устанавливается курсор (по команде BM) и начинает вычерчивать изображение, определяемое символьной переменной A¤ (A$). Имя этой символьной переменной ставится после подкоманды X; подкоманда X включает подстроки операторов, входящих в символьную переменную A ¤ (A$). Использование символьной переменной удобно, так как освобождает составителя программы от повторения операций описания исходной фигуры.

В программе "Подобие и симметрия" (листинг 23) дана иллюстрация использования подкоманд поворота (A), масштаба (S), установки привязочной точки (X) начальной фигуры A¤ (A$) и других подкоманд оператора DRAW.

Нарушение допустимых пределов значений параметров или неправильная запись подкоманд этого оператора вызывает ошибку — 5.

Таким образом, оператор DRAW имеет 15 подкоманд, из которых 9 непосредственно связаны с вычерчиванием линий (R, F, D,.., M), а 6 подкоманд являются управляющими по отношению к первым 9.

Заметим, что точкой привязки для работы оператора DRAW может быть либо точка, заданная оператором PSET (X,У) — см. строку 40 в программе "Фронтальная аксонометрия" (листинг 24), либо точка, в которую устанавливается графический курсор в последней (предыдущей) графической команде (см.программу "Чертеж модели", листинг 25).

Используя подкоманды базовой графики ПЭВМ БК0010-01, можно со-

Листинг 24

```
10 REM "ФРОНТАЛЬНАЯ АКСОНОМЕТРИЯ"
20 CIRCLE (100,130),10,2,3.14/2,
   6.28
30 CIRCLE (140,90),10,2,3.14/2+
   0.5,5.00
40 PSET (100,110)
50 DRAW "C2S4 D10E40U10G40L20
   E40NR20G40D40R40U20L10E40R10
   NG40D20G40"
60 PAINT (115,100),2
70 PAINT (130,115),2
```

Листинг 25

```
10 REM "ЧЕРТЕЖ МОДЕЛИ"
20 PSET (60,20)
30 DRAW "S4 R15D50R70 U20R30D20
   R15D15L130U65BM152,50 D35BR
   16U35BM145,50"
40 LINE -(74,20)
50 PAINT (70,40)
60 PAINT (180,80)
70 PSET (160,140)
80 CIRCLE STEP (0,0),8
90 CIRCLE STEP (0,0),15,,4.55,
   1.80
100 CIRCLE STEP (0,0),30,,4.55,
   1.80
110 DRAW "S4BU30L100D60R15NU60
   R85BU45L15D30R15BU25BL15L70
   BD20R70"
120 LINE (42,10)-(205,190),3,B
130 LINE (32,7)-(208,193),2,B
```

здавать библиотеки различных шрифтов элементов чертежа, чертежи типовых и нестандартных изделий, наглядные изображения несложных деталей (например, листинг 26), всевозможные узоры и орнаменты.

Эти простые программы, оформленные в виде подпрограмм, образуют модули (элементы меню). Из них можно, как из блоков, собирать довольно сложные и интересные графические конструкции. Подобная методика на более высоком уровне (при программировании "сверху") используется в технических системах САПР, в техническом дизайне.

Листинг 26

```
 5 CLS
10 REM "КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ И
   АКСОНОМЕТРИЯ ДЕТАЛИ"
20 CIRCLE (80,110),20,2
30 CIRCLE (80,110),52,2,0,3.14
40 PSET (132,110),4
50 DRAW "C2 S4 D52R20D20L40U32
   L64D32L40U20R20U52"
60 PSET (226,58),4
70 DRAW "C2 S4 D124L56U124R56D
   32L56D40R56D20L56"
80 PAINT (200,70),2
90 PAINT (200,140),2
100 CIRCLE (130,30),20/4
110 CIRCLE (130,30),52/4,,0,3.
    14
120 PSET (130+52/4,30)
130 DRAW "C1 S1 D52E56NU52R20D
    20G56U20NE56NL20D20L40U32L
    64D32NE32L40U20NE20R20U5
140 A=INT(52*SIN(ATN(1)))
150 PRESET (130-A/4,30-A/4)
160 DRAW "C1 S1 E56"
170 B=INT(56/4*SIN(ATN(1)))
180 CIRCLE (135+B,25-B),52/4,,
    0,3/4*3.14
```

Эксперименты с графиками, чертежами и орнаментами позволят читателю развить фантазию, художественный вкус, логическое и пространственное мышление, а также понять, как работают профессиональные системы машинной графики.

Литература

1. Бдэнд Г. Основы программирования на языке Бейсик в стандарте MSX. — М.: Финансы и статистика, 1989.

2. Знакомьтесь: Персональная ЭВМ КОРВЕТ/С.А.Ахманов (мл.), И.Г. Персианцев, А.Т.Рахимов и др. — М.: Наука, 1989.

3. Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер — творец. М.: Мир, 1987.

4. Персональный компьютер в играх и задачах/Г.Г.Гнездилова. — М.: Наука, 1988.

5. Хирн Д., Бейкер М. Микрокомпьютерная графика. — М.: Мир, 1987.

6. Энджел Й. Практическое введение в машинную графику. М.: Радио и связь, 1984.

В редакцию поступают многочисленные запросы читателей на публикацию статей, рассказывающих о методах зрительного и музыкального оформления игр, разрабатываемых программистами на своих домашних компьютерах. В наших выпусках уже были короткие статью на эту тему. Сегодня мы публикуем очередную.

О.Д.Любутов
(Ереван)

Редактор спрайтов для БК-0010

Безусловно, хорошая игровая программа это достаточно сложный программный продукт, удовлетворяющий целому комплексу требований. Прежде всего игровая программа должна быть интересна играющему. Как показывает опыт, современного "игрока" (назовем так потенциального пользователя игровых программ) можно условно разделить на два типа: К первому относятся те "игроки", кто не имеет постоянного доступа к компьютерам и новички. Они любят исключительно "динамические игры", т.е. такие, где "игрок" действует в режиме "реального времени", где много перемещений, много стрельбы, много изменений игровой обстановки и где совершенно некогда думать, а полагаться можно лишь на свою реакцию и интуицию. Это такие игры как: "Пакман", "Ксоникс", "Тетрис", "Спейс комадор", "Хью-кобра" и др.

Второй тип это те, кто уже давно и постоянно работает на ЭВМ. Они, за редким исключением, уже пресытились всеми этими головокружительными гонками, боями, тем более, что времени у них хватает и на более продолжительные "диалоговые" или "смешанные" игры.

К классическим "диалоговым" играм относятся многочисленные экономические игры ("Монополия", "Президент", "Менеджмент", "Биржа" и др., а так же множество программ, реализующих известные "некомпьютерные" игры ("Шахматы", "Шашки", "Рендзю", "Реверси" и.т.д.).

В последнее время появились "смешанные" игры, которые сочетают в себе достоинства как "динамических", так и "диалоговых" игр. Это такие игры как: "Пещера", "Легион" и др.

Первый тип "игроков" наиболее многочисленный, а в условиях нашего "безмашинья" он и определяет спрос на игровые программы. Следовательно, необходимо сначала писать именно "динамические игры". Каким же требованиям должна удовлетворять хорошая "динамическая" игра?

Прежде всего у игры должен быть хороший сценарий. Разумеется, придумать хороший сценарий самому (такой, например как "Тетрис") очень сложно, и удается далеко не каждому, несмотря на кажущуюся внешнюю простоту.

Поэтому можно поступить проще (учитывая хронический недостаток программного обеспечения отечественных компьютеров), — реализовать уже известную игру на данной ЭВМ (желательно, правда, чтобы реализация не очень сильно уступала оригиналу).

Для игры очень большое значение имеет внешнее оформление (разнообразные графические объекты, цвета, звук), а так же скорость перемещения графических объектов. Здесь, конечно, нужно исходить из возможностей компьютера. В игровых зарубежных компьютерах ("Ямаха", "Атари", "Командор", "Синклер" и др.) специально предусмотрена аппаратная поддержка игровых эффектов, это и многоканальные звуковые генераторы, и большое количество режимов экрана, и наконец спрайты.

Отечественные компьютеры этого класса, к сожалению, не могут пока обеспечить ничего подобного. Одним из самых распространенных отечественных бытовых компьютеров является БК-0010.

Недостатки этой модели уже неоднократно отмечались в печати. Это и очень маленькое ОЗУ (а Вильнюсская версия Бейсика съедает его добрую половину), и слабая аппаратная поддержка, о которой уже говорилось (например неудачная организация клавиатуры по образцу ДВК когда нет возможности определить нажатие более одной клавиши, а это очень важно в игре), и многое другое.

Поэтому попробуем использовать то, что есть. А есть у нас 16-разрядный процессор (У большинства игровых зарубежных 8-ми разрядный), т.е. быстродействием мы не обижены, еще есть хороший драйвер магнитофона (по крайней мере намного лучше, чем драйвер "Атари"), есть экранное ОЗУ в 16 Кбайт с возможностью окраски любой точки в любой из четырех цветов ("Ямаха" лишена такой возможности), и, наконец есть 16-разрядный программируемый параллельный интерфейс (проще Порт), который очень удобно использовать для подключения джейсика (верньерного устройства).

Большое значение имеет так же выбор языка программирования. ФОКАЛ не позволяет писать игровые программы из-за своей черепашьей скорости, на АССЕМБЛЕРе написать большую игровую программу под силу только очень опытному программисту, да и времени на это уйдет не один месяц, значит остается БЕЙСИК. Несмотря на все недостатки нельзя не отметить его очень высокое быстродействие (с целыми переменными) и возможность делать вставки в машинных кодах. Именно эти два достоинства и позволяют писать вполне приличные игровые программы.

Одна из самых главных задач при написании игры — задача перемещения графических объектов по экрану. Самое простое решение этой задачи (и конечно далеко не самое удачное) это нарисовать графический объект, дать небольшую задержку, стереть его и тут же нарисовать на новом месте.

Недостатки этого метода очевидны: даже если мы не будем использовать "медленные" операторы БЕЙСИКа (LINE, DRAW, PSET, PAINT, которые не годятся для динамической игры), а используем для этого вставку в машинных кодах, все рано при стирании старого положения графического объекта изображение на экране будет заметно "мерцать".

Избежать этого просто. Чаще всего объект перемещается на определенный шаг в каком-либо направлении и значение шага в 2 — 4 раза меньше протяженности самого объекта (при таком шаге перемещение видится плавным и достаточно быстрым). Используя это можно предложить следующий метод: на экран накладывается не только сам графический объект, но и "окаймление" вокруг него с цветом фона (высота и ширина окаймления равна шагу перемещения в соответствующем направлении). Теперь замена "старого" изображения на "новое" проводится только одним действием — наложением "нового" изображения на "старое" со смещением (шагом) в нужном направлении. В этом случае мерцания не происходит, так как "старое" изображение стирается лишь частично, да и то одновременно с появлением на экране нового изображения.

Этот метод дает очень хорошие результаты для многих (почему не всех — будет сказано позже) динамических игр. Да его реализации необходимо иметь "библиотеку графических образов", где будут храниться все рисунки необходимые для игры, и программу в машинных кодах, которая будет осуществлять копирование части ОЗУ "библиотеки" в ОЗУ игрового поля.

Остановимся на этом методе поподробнее. Начнем с выбора оптимального размера графического объекта. Как показывает опыт наиболее удобны для визуального восприятия (с учетом размеров экрана, количества точек на нем, а так же аппаратной организации ОЗУ экрана) такие размеры (все данные даются для режима 32 симвода в строке): по горизонтали 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 точек (чаще всего 16), по вертикали от 1 до 20 (чаще всего 18). Большое значение имеет так же цвет объекта. Необходимо, чтобы он смотрелся наиболее контрастно на окружающем его фоне. Но поскольку в БК-0010 всего четыре цвета, то все они (кроме синий на черном) смотрятся достаточно контрастно. Во многих игровых программах требуется чтобы объект "висел" над фоном (различные самолеты, шары в спортивных играх и т.д.). Такой эффект очень хорошо достигается с помощью тени (тень желательно давать черным цветом, следовательно, фон должен быть другого цвета, например красного). Тень необходимо перемещать паралельно объекту, причем от расстояния между ним и тенью зависит мнимая высота объекта над фоном. Для того чтобы два объекта при совпадении их траекторий не "наезжали" друг на друга (при этом они начинают мерцать, так как выводятся поочередно в одно и тоже место экрана) необходимо перед перемещением объекта в нужную сторону проверить отсутствие там другого графического объекта.

Итак, всем хорош данный метод кроме одного: он обязательно требует полностью однородного фона. Именно поэтому он и не подходит для всех игр. Там, где, например, самолет пролетает над сложным рельефом этот метод непригоден, так как он "затрет" фон по мере своего перемещения.

Существуют и другие методы перемещения без "стирания фона". Например, в GWBASIC IBM PC существуют графические операторы GET и PUT, которые запоминают графический образ в массиве, а затем позволяют накладывать его в нужное место экрана, совершая над ним и экраном операцию "исключающее или". Если затем повторить эту операцию, то на этом месте любой фон будет восстановлен. Но этот метод имеет массу недостатков. Цвет самого объекта, наложенного на сложный фон изменяется в зависимости от цвета фона. Перемещение объекта проходит за два такта (а не за один, как в предудущем случае), поэтому объект (если он крупный) все-таки "мерцает". И если первый недостаток еще можно устранить использовав два массива (один для объекта, другой для фона) и операцию PSET (замещение), то от второго недостатка избавиться намного сложнее.

Поэтому единственный способ перемещать изображение по сложному фону без мерцания и затирания фона это программная организация спрайта.

Как уже говорилось выше, на многих бытовых компьютерах спрайты организованы аппаратно. Аппаратная организация спрайта это отдельное ОЗУ, где хранится "маска" рисунка, который "накладывается" на определенное место экранного ОЗУ, а на экран выводится уже общая картина. Спрайтов обычно бывает несколько (от 8 до 64) в зависимости от компьютера, каждый из них может перемещаться по экрану в произвольно заданном слое. Послойная организация необходима для обеспечения "наложения" "ближних" спрайтов на "дальние".

Такая аппаратная поддержка позволяет писать зрелищные игровые программы даже на относительно "слабых" восьмиразрядных компьютерах.

Поскольку БК-0010 лишен аппаратных спрайтов, то возникает необходимость написания программы, имитирующей спрайт. Для моздания такой программы необходимо решение двух задач:

1. Необходимо перемещать рисунок по экрану без "мерцания".

2. Нужно, чтобы сложный фон "под рисунком" не изменялся".

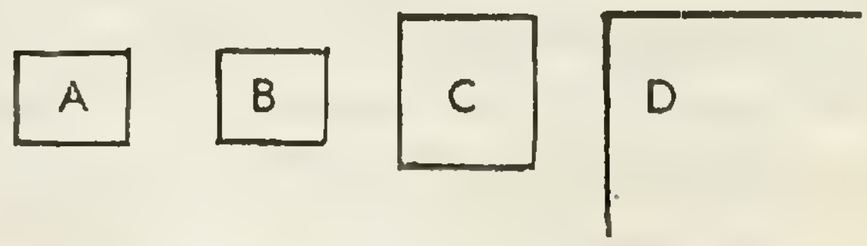
Поскольку все перечисленные выше методы не удовлетворяют обоим условиям, представляется необходимым выбрать другой алгоритм.

Для его реализации необходимо дополнительное ОЗУ, состоящее из трех частей. В первой части будет храниться "маска" рисунка, т.е. то, что будет накладываться на фон. Во второй (равной по величине первой) будет храниться часть фона, которую "закрывает" на экране рисунок. В третьей части (большей по объему) будут производиться все действия (накладка маски, замена фона и т.д.), а затем уже подготовленная картинка будет целиком копироваться в нужное место экрана.

Если размеры рисунка ("маски"), например, A*B, а величина шага перемещения рисунка по экрану C, то соответственно размеры первой, второй и третьей частей будут A*B, A*B, (A + C)*(B + C).

Для "облегчения" алгоритма третью часть ОЗУ я взял несколько больше (A + 2*C)*(B + 2*C).

В графическом виде это будет выглядеть так:



A — Первая часть ОЗУ
B — Вторая часть ОЗУ

C — Третья часть ОЗУ
D — ОЗУ экрана

Алгоритм перемещения спрайта будет выглядеть следующим образом:

I Начальная установка спрайта:

1. Из нужного места D копируем содержимое в C
2. Из C копируем среднюю часть в B
3. Накладываем A на среднюю часть C
4. Копируем C в нужное место D

II Перемещение спрайта:

1. Копируем из D в C со смещением на один шаг в нужную сторону, так чтобы "старый" рисунок сместился из средней части C к границе.
2. Копируем B в C затирая "старый" рисунок сохраненным в B фоном.
3. Копируем среднюю часть C в B, чтобы запомнить в B "новый" фон.
4. Накладываем A на среднюю часть C.
5. Копируем C в нужное место D.

III. Для того, чтобы убрать спрайт с экрана есть два метода. Либо использовать "черную" маску, либо (если нет такой возможности) выполнить подряд 1, 2, 3, 5 пункты (пропустив 4) из II раздела (перемещение спрайта).

Программа, реализующая данный алгоритм достаточно точно имитирует аппаратный спрайт. Единственное отличие (и недостаток) данного метода в том, что он не допускает изменения той части фона, которая находится "под спрайтом". Но даже при этом недостатке данный алгоритм позволяет создавать игровые программы практически не уступающие "фирменным".

Именно этот алгоритм реализован в программе "Редактор спрайтов" в виде вставки в машинных кодах. Кроме этого алгоритма в этой программе реализован алгоритм копирования части ОЗУ (заданных размеров) в другое место ОЗУ.

Краткая характеристика программы "RS"

Программа "RS" предназначена для создания, редактирования и сохранения на магнитной ленте библиотеки графических образов. Библиотека графических образов в дальнейшем используется в игровых программах вместе с подпрограммой "спрайт" для обеспечения перемещения по экрану графических объектов.

Файл, записанный на магнитной ленте может быть использован программой на языке БЕЙСИК , что позволяет сохранить до 2 кБайт программного ОЗУ.

Кроме графических образов в файл, по желанию пользователя, включаются две подпрограммы в машинных кодах: п/п "Спрайт" и п/п "Перемещение".

Подпрограмма "Перемещение" предназначена для реализации процесса перемещения рисунка по экрану. Размеры рисунка в данном случае могут варьироваться в больших пределах. Подпрограмма копирует часть ОЗУ (например ОЗУ экрана) в другое место экрана. Начало подпрограммы находится по адресу 37646 (восьмеричное), соответствующий оператор БЕЙСИКа: DEF USR1 = &OJ37646. Перед обращением к подпрограмме необходимо задать следующие параметры:

в ячейку 37662 занести адрес источника (откуда копируем). POKE &O37662, <адрес>

в ячейку 37666 занести высоту картинки в точках. POKE &O37666, <высота>

в ячейку 37672 занести ширину картинки в точках, уменьшенную в 4 раза.

POKE &O37672,<ширина/4>

После этого нужно обратиться к подпрограмме, передав ей адрес приемника (куда копируем).

A% = USR1(<адрес>)

Получив управление, подпрограмма скопирует часть ОЗУ с заданными размерами из источника в приемник.

Таким образом, данная подпрограмма позволяет перемещать по экрану цветной графический объект произвольных размеров.

Подпрограмма "Спрайт" предназначена для перемещения по экрану цветного графического объекта фиксированных размеров, 16*20 точек, без затирания фонового рисунка на экране.

Начало подпрограммы находится по адресу 37400

DEF USRO = &O37400

Адрес "маски" (изображения) засылается в ячейку 37506

POKE &O37506,<маска>

Для предварительного задания местоположения спрайта необходимо заслать в ячейку 37610 адрес верхнего левого угла страйта уменьшенного на 401

POKE &O37610,<адрес>-&O401

Для высвечивания спрайта на пустом месте (начальная установка) необходимо сначала заслать в ячейку 37412 число 414, после чего фиктивно обратиться к подпрограмме (с парметром 0), а затем снова записать в ячейку 37412 число 12700

Текст программ "Спрайт" и "Перемещение" :

Адрес:	Восьмеричные		коды:	
37400	12737	112021	37626	4537
37410	37606	12703	431	12701
37420	650	12702	24	112120
37430	112120	112120	112120	5720
37440	5302	1371	12700	451
37450	61500	10003	12701	650
37460	12702	24	112021	112021
37470	112021	112021	5720	5302
37500	1371	10300	12701	0
37510	12702	24	12703	4
37520	111104	10405	6304	50504
37530	42704	125	10405	6204
37540	50504	140410	111005	112104
37550	60504	110420	5303	1360
37560	62701	74	5720	5302
37570	1351	12737	112120	37626
37600	4537	37606	207	12700
37610	0	12701	400	12702
37620	34	12703	6	0
37630	5303	1375	62700	72
37640	5302	1367	205	11500
37650	12704	100	103704	37672
37660	12701	0	12702	0
37670	12703	0	112120	5303
37700	1375	60400	60401	5302
37710	1367	207		

```
POKE &O37412,&O414
A% = USRO(0%)
POKE &037412,&O12700
```

После этого можно приступать к перемещению спрайта. Перемещение спрайта осуществляется с помощью приращения по горизонтали DX%, и по вертикали DY%

DX% = [-1;0;1] 1 соответствует 4 точкам

DY% = [-4;-3;-2;-1;0;1;2;3;4] 1 соответствует 1 точке

Для перемещения спрайта в нужном направлении необходимо выполнить следующие действия:

```
A% = USRO(DY%*6% + DX%)
POKE
&O37610,PEEK(&O37610) + DY%*64% + DX%
```

Для гашения спрайта можно либо использовать в качестве маски фоновый цвет, либо выполнить следующие действия:

```
POKE &O37502,&O433
A% = USRO(0%)
POKE &O37502,&O10300
```

В результате выполнения этих операторов спрайт станет невидимым.

Инструкция по эксплуатации и описание работы программы "Редактор спрайта"

Программа "Редактор спрайтов" проста в эксплуатации и не требует специальных знаний от пользователя.

После запуска программы и прохождения заставки на экране высвечивается меню, состоящее из трех режимов:

- чтение файла с ленты;
- запись файла на ленту;
- редактирование спрайтов.

Выбранный режим высвечивается красным цветом (остальные два режима — зеленым). Переключение режимов осуществляется с помощью клавиш <вверх> и <вниз>. Запуск режима клавише <ввод>. При нажатии клавиши <Н> на экран выводится вспомогательная информация.

Режим "Чтение файлов с ленты"

Программа запрашивает имя файла на чтение. Если вместо имени нажать <ввод>, то программа вернется в меню. Если имя файла задано, на экране появляется надпись: "Включите магнитофон и нажмите любую клавишу (кроме клавиши <ввод>)".

После нажатия любой клавиши экран очищается и происходит чтение файлов с ленты. На экран выводятся имена встретившихся файлов, а заданный файл загружается в ОЗУ с восьмеричного адреса 37400. Если файл не считался, то на экран выводится соответствующее сообщение и программа возвращается в режим "Чтение файла с ленты".

Режим "Запись файла на ленту"

Программа запрашивает имя файла на запись. Если вместо имени нажать <ввод>, то программа вернется в меню. Если имя файла задано, на экране появляется надпись: "Включите магнитофон и нажмите любую клавишу (кроме клавиши <ввод>)". После нажатия любой клавиши происходит запись части ОЗУ начиная с адреса 37400. Длина записи зависит от информации на экране.

Режим "Редактирование спрайтов"

Это основной режим программы. При его вызове на экране возникает таблица с информацией. Режим "Редактирование спрайтов" имеет два подрежима — графический и цифровой.

В графическом режиме в таблице высвечивается окно из 18*24 элементов (в виде цветных квадратов), каждый из которых соответствует точке на экране. Окно может перемещаться в верхней части экрана по вертикали и горизонтали. Местоположение окна по горизонтали индицируется горизонтальной линией длиной 24 точки. Для более точного определения местоположения "окна" в левой части таблицы выводятся асолютные адреса ОЗУ, соответствующие адресам левых восьми точек в каждой строке. Таким образом, в таблице отображается часть экрана, увеличенная в 8-10 раз. По всей площади "окна" (18*24) перемещается мерцающий курсор (с помощью клавиш (вправо), (влево), (вверх), (вниз)). Если курсор попытаться вывести за пределы "окна", то произойдет автоматическое смещение координат окна в нужную сторону. По вертикали окно перемещается с дискретностью в одну точку, а по горизонтали дискретность перемещения восемь точек. Слева от таблицы, внизу, высвечивается "образец текущего цвета". Это квадрат, который закрашен в тот цвет, с каким в данный момент работает редактор. Для смены цвета служит клавиша <С> (color). Для того, чтобы нарисовать в нужном месте точку нужного цвета, необходимо задав цвет клавишей <С>, и установив курсор стрелочными клавишами, нажать клавишу <пробел>. После этого на месте курсора в "окне" появится квадрат, а в соответствующем месте экрана высветится точка заданного цвета. С помощью графического режима пользователь может создавать образцы графических объектов, которые он затем сможет использовать, например, в игровых программах.

После того, как закончено формирование графических объектов, нужно нажать клавишу (ввод). Внизу экрана появляется надпись: "Включить п/п "СПР" в ОЗУ? (Д/Н)". Если нажата клавиша (Д), то начиная с адреса 37400 в ОЗУ записываются две подпрограммы: подпрограмма "Перемещение" и "Спрайт". Обе эти подпрограммы написаны в машинных кодах и могут быть использованы для организации перемещений графических объектов в различных программах. Способ использования обеих подпрограмм описан в предыдущей части.

"Редактор спрайтов" позволяет так же редактировать информацию в восьмеричной форме. Для этого создан цифровой подрежим редактора. Он служит для исправления существующих и написания новых программ в машинных кодах. Для перехода в цифровой режим необходимо нажать клавишу (8). В этом случае вся информация в окне будет представляться в привычном всем программистам восьмеричном виде. Информация редактируется с помощью стрелочных клавиш и цифровых клавиш (0-7). При изменении цифровой информации в "окне" изменяется и соответствующая информация в ОЗУ. Во всем остальном этот режим анапогичен графическому. Для перехода в графический режим нужно нажать клавишу (9).

Описание работы программы

Прежде чем приступить к описанию работы программы несколько рекомендаций.

1. Все коментарии в начале программы необходимо исключить в целях экономии памяти (но даже если вы будете набирать программу целиком эти строки исчезнут сами собой).

2. Не набирайте программу подряд. Прежде наберите строки с оператором DATA и проверьте правильность их ввода следующей программой:

```
1 S! = 0
2 FOR I = 1 TO 218
3 READ A%
4 S! = S! + A%
5 NEXT I
6 ? S!
```

Запустите программу и если она выдаст значение 767045 то наберите: DELETE-6 и продолжайте набор оставшейся части программы (как правило, ошибки при наборе происходят именно в блоке данных). В противном случае проверьте правильность набора данных в операторах DATA.

Ну а теперь о самой программе.

Программа состоит из "рекламы" (строки 2850-3205), трех основных режимов:

- Чтение (350-570)
- Запись (580-800)
- Редактирование (1890-2810)

и множества мелких вспомогательных подпрограмм, например:

- Вывод таблицы (810-860)
- Очистка верха экрана (870-900)
- Перемещение линии под рисунком (910-960)
- Вывод восьмеричных адресов (970-1010)
- Вывод графической картинки в таблице (1020-1120)
- Вывод меню (1130-1240)
- Очистка экрана (1250-1280)
- Индикация текущего цвета (1380-1400)
- Вывод восьмеричной таблицы (1410-1470)
- Помощь (1480-1590)

и так далее.

В подпрограммах "Чтение" и "Запись" я использовал программу, предложенную Д.Бароновым в девятом номере "Вычислительной техники" за 1988 год. Компактность этой программы позволяет включать ее практически в любую программу на БЕЙСИКе.

Строка 10 обеспечивает стирание экрана, установку "рулона" в начальное положение, и стирание "командной строки" экрана. В 20-й строке вызывается рекламная заставка, поэтому останавливаться на ее опиСании не стоит.

В строках 35-150 происходит очистка экрана и загрузка в ОЗУ подпрограмм в машинных кодах ("Чтение/запись", "Графический режим").

В строках 140-180 происходит стирание экрана и вывод меню. В строках 210-340 организуется опрос клавиатуры и перемещение курсора с выбором соответствующего режима работы. В зависимости от значения переменной К% вызывается либо подпрограмма "Чтение" (350-570), либо "Запись" (580-800), либо "Редактирование" (1890-2810)

И, наконец, чтобы проверить работоспособность программы DEM.ASC (или DEM.COD) рекомендуется создать с помощью программы "Редактор Спрайтов" на ленте файл "DEM" с изображением двух графических объектов. Чтобы создать этот файл на ленте необходимо войти в режим "Редактирование спрайтов" в цифровой подрежим и набрать следующую информацию. Информация набирается сверху вниз (адреса даны для ориентира, набираются только числа в нужном месте.)

После ввода этой информации на экране должно появиться две картинки изображающие мышь в двух различных положениях. Первая картинка должна быть в левом верхнем углу экрана, а вторая на 8 точек правее первой. Если все получилось правильно, нажмите <Ввод>, и после появления надписи "Включить п/п "СПР" в ОЗУ? (Д/Н)", нажмите клавишу <Д>. После этого выберите режим "Запись" и запишите на ленту файл "DEM".

После этого вы можете, вызвав файл DEM.ASC (или DEM.COD), запустить его на выполнение. Сразу после очистки экрана включите магнитофон с файлом "DEM" (тем, что создан программой "Редактор спрайтов"). Он должен загрузиться (в верхней части экрана появится изображение) и по случайно закрашенному фону изображение начнет перемещаться в различных направлениях, и меняя свою скорость. Таким образом,

Адрес:	Число:	Адрес:	Число:	Адрес:	Число:	Адрес:	Число:
40000	1760	40002	7700	40006	1760	40010	7700
40100	7774	40102	37760	40106	7774	40110	37760
.....	37777	.....	177774	.....	37777	.....	177774
.....	177777	.....	177777	.....	177777	.....	177777
.....	153777	.....	177727	.....	153777	.....	177727
.....	40774	.....	37501	.....	40774	.....	37501
.....	40760	.....	7501	.....	40760	.....	7501
.....	40701	.....	1501	.....	40700	.....	41501
.....	177701	.....	1777	.....	177700	.....	41777
.....	37703	.....	1774	.....	37700	.....	51774
.....	1725	.....	53700	.....	1725	.....	53700
.....	1725	.....	53700	.....	1725	.....	53700
.....	7400	.....	50360	.....	7405	.....	360
.....	177400	.....	40377	.....	177401	.....	377
.....	176000	.....	40077	.....	176001	.....	77
.....	12520	.....	24	.....	12000	.....	2524
41700	0	41702	24	41706	12000	41710	0
42000	0	42002	2524	42006	12520	42010	0

написав вместо программы DEM.ASC любую другую программу пользователь может, используя файл, созданный программой "Редактор спрайтов" (в качестве библиотеки графических объектов и подпрограммы перемещения этих объектов), сохранить для своих нужд до 2 кБ программного ОЗУ и получить возможность писать зрелищные и эффектные программы.

```
10 'Демонстрационная программа по использо-
10 'ванию подпрограммы "Спрайт" и библиотеки
10 'графических образов, которые были созда-
10 'ны и записаны на магнитную ленту прог-
10 'раммой *Редактор Спрайтов* (файл называ-
10 'ется "DEM"). Данная программа может слу-
10 'жить примером фрагмента игровой програм-
10 'мы или графического редактора
10 ?CHR$(&0214)CHR$(&0214)CHR$(&0224)
   CHR$(&023б)
20 FOR I%=&0400 TO &0414 STEP 2%
30 READ A%
40 POKE I%,A%
50 NEXT I%
60 DEF USR1=&0400
70 DEF USR2=&0100602
80 POKE &0320,3%
90 POKE &0322,&037400
100 A$=USR1("DEM                    ")
110 A%=USR2(A%)
120 IF PEEK(&0320)\256%>0% THEN 110
130 DEF USR3=&037400
140 FOR I%=0% TO 100%
145 LINE(RND(1%)*255%,RND(1%)*239%+10%)-(RND
  (1%)*255%,RND(1%)*239%+10%),RND(1%)*3%+0.6
150 NEXT I%
160 COLOR I%
200 POKE &037610,&060000
205 POKE &037506,&040402
210 POKE &037412,&0414
215 A%=USR3(0%)
220 POKE &037412,&012700
221 N%=16642%
230 DY%=1%
231 DX%=1%
235 FOR I%=0% TO 6000%
236 IF I% MOD 4%=0% THEN N%=33290!-N%
237 POKE &037506,N%
240 A%=USR3(DY%*6%+DX%)
245 POKE &037610,PEEK(&037610)+DY%*64%+DX%
246 FOR R%=0% TO Z%
247 NEXT R%
250 P%=PEEK(&037610)
251 IF P%>&074000 OR P%<&041100 THEN DY%=-DY%
252 P%=PEEK(&037610) MOD 64%
253 IF P%>57% OR P%<1% THEN DX%=-DX%
255 IF I% MOD 50%<>0% THEN 270
260 IF ABS(DY%)=4% THEN DY%=SGN(DY%) ELSE
    DY%=(ABS(DY%)+1%)*SGN(DY%)
265 IF I% MOD 1000%=0% THEN Z%=200%-Z%
270 NEXT I%
500 STOP
1000 DATA 5443%,4930%,5569%,214%,-27503%,
     32450%,135%
```

```
10 'Программа *Редактор Спрайтов*
10 'Любутов О.Д.  г. Ереван  ул. Церетели
10 'д. 46  кв. 38  тел. 42-33-96
10 'Версия 1.0   1990 г.
10 ?CHR$(&0214)CHR$(&0214)CHR$(&0224)
   CHR$(&0236)CHR$(&0221)
20 GOSUB 2850
30 TT%=-1%
33 RESTORE 1650
40 GOSUB 870
50 FOR I%=&0400 TO &0514 STEP 2%
60 READ J%
70 POKE I%,J%
80 NEXT I%
90 DEF USR0=&0416
100 DEF USR1=&0400
110 DEF USR2=&0100602
120 DD%=&037400
130 POKE &0322,DD%
140 GOSUB 870
150 GOSUB 1250
160 COLOR 2
170 GOSUB 810
180 ? AT(9%,23%)"Помощь - клавиша H";
190 K%=1%
200 GOSUB 1190
210 I$=INKEY$
220 IF I$<>CHR$(26%) THEN 250
230 IF K%=1% THEN K%=3% ELSE K%=K%-1%
240 GOSUB 1190
250 IF I$<>CHR$(27%) THEN 280
260 IF K%=3% THEN K%=1% ELSE K%=K%+1%
270 GOSUB 1190
280 IF I$<>CHR$(72%) AND I$<>CHR$(104%)
    THEN 310
290 GOSUB 1480
300 GOTO 150
310 IF I$<>CHR$(10%) THEN 210
320 ? AT(9%,23%)STRING$(18%,32%);
330 ON K% GOSUB 350,580,1890
340 GOTO 150
350 CLS
360 GOSUB 870
370 GOSUB 810
380 ? AT(9%,5%)"Имя файла на чтение:"
390 GOSUB 1290
400 ? AT(11%,8%);
410 COLOR 1%
420 INPUT A$
430 COLOR 2%
440 IF A$=CHR$(10%) THEN RETURN
450 A$=A$+STRING$(16%-LEN(A$),32%)
460 POKE &0320,3%
470 GOSUB 1310
472 ? AT(0%,4%);
480 I$=INKEY$
490 IF I$=CHR$(10%) THEN 350
500 IF I$="" THEN 480
501 GOSUB 1250
502 ? AT(0%,4%);"Найдены файлы:"
510 A$=USR1(A$)
520 I%=USR2(I%)
530 IF PEEK(&0320)\256%=0% THEN RETURN
540 GOSUB 1250
```

```
550 ?AT(2%,5%)"К сожалению файл не считался
560  AT(3%,7%)"Попробуйте повторить чтение"
570 IF INKEY$="" THEN 570 ELSE GOTO 350
580 GOSUB 1250
590 GOSUB 810
600 ? AT(9%,5%)"Имя файла на запись:"
610 GOSUB 1290
620 ? AT(11%,8%);
630 COLOR 1%
640 INPUT A$
650 COLOR 2%
660 IF A$=CHR$(10%) THEN RETURN
670 A$=A$+STRING$(16%-LEN(A$),32%)
680 POKE &O320,2%
690 I%=&043576
700 IF PEEK(I%)<>0% THEN 730
710 I%=I%-2%
720 IF I%>=DD% THEN 700 ELSE RETURN
730 POKE &O324,I%-DD%+2%
740 GOSUB 1310
750 I$=INKEY$
760 IF I$=CHR$(10%) THEN 580
770 IF I$="" THEN 750
780 A$=USR1(A$)
790 I%=USR2(I%)
800 RETURN
810 ?AT(6%,3%)CHR$(170%);STRING$(24%,181%);
    CHR$(163%);
820 FOR I%=4% TO 21%
830 ?AT(6%,I%)CHR$(183%)AT(31%,I%)CHR$(183%);
840 NEXT I%
850 ?AT(6%,22%)CHR$(166%);STRING$(9%,181%)
    "=LCD="STRING$(10%,181%);CHR$(165%);
860 RETURN
870 FOR I%=&037400 TO &042000 STEP 2%
880 POKE I%,0%
890 NEXT I%
900 RETURN
910 F%=&045400+(TA% MOD 64%)
920 POKE F%-2%,0%
930 FOR I%=F% TO F%+4% STEP 2%
940 POKE I%,TT%
950 NEXT I%
960 POKE F%+5%,0%
970 LOCATE 0%,0%,0%
980 ? AT(0%,4%);
990 FOR I%=TA% TO TA%+1088% STEP 64%
1000 ? OCT$(I%)
1010 NEXT I%
1020 IF R%=1% THEN 1410
1030 TY%=19328%
1040 FOR I%=TA% TO TA%+1088% STEP 64%
1050 TY%=TY%+640%
1060 TX%=-2%
1070 FOR J%=I% TO I%+4% STEP 2%
1080 TX%=TX%+16%
1090 POKE &O456,TY%+TX%
1100 A%=USR0(J%)
1110 NEXT J%,I%
1120 RETURN
1130 ? AT(8%,7%)"Чтение файла с ленты   "
1140 RETURN
1150 ? AT(8%,11%)"Запись файла на ленту  "
1160 RETURN
1170 ? AT(8%,15%)"Редактирование спрайтов"
1180 RETURN
1190 FOR I%=1% TO 3%
1200 IF I%=K% THEN ?CHR$(&O221);
1210 ON I% GOSUB 1130,1150,1170
1220 IF I%=K% THEN ?CHR$(&O222);
1230 NEXT I%
1240 RETURN
1250 FOR I%=3% TO 22%
1260 ? AT(0%,I%);STRING$(32%,32%);
1270 NEXT I%
1280 RETURN
1290 ?AT(7%,20%)"Для выхода нажать <Ввод>"
1300 RETURN
1310 ? AT(6%,15%)"Включите магнитофон,"
1320 ? AT(7%,16%)"и нажмите любую клавишу"
1330 ? AT(8%,17%)"(кроме клавиши <Ввод>)"
1340 RETURN
1350 FOR N%=1% TO 500%
1360 NEXT N%
1370 RETURN
1380 LINE (40%,220%)-@(7%,7%),C%,B
1390 PAINT (41%,221%),C%,C%
1400 RETURN
1410 FOR I%=TA% TO TA%+1088% STEP 64%
1420 FOR J%=I% TO I%+4% STEP 2%
1430 O$=OCT$(PEEK(J%))
1440 O$=STRING$(6%-LEN(O$),48%)+O$
1450 ?AT((J%-I%)*4%+7%,(I%-TA%)/64%+4%)
     " "O$" ";
1460 NEXT J%,I%
1470 RETURN
1480 COLOR 1
1490 ?AT(7%,5%)"1 Курсор влево"
1500 ?AT(7%,6%)"2 Курсор вправо"
1510 ?AT(7%,7%)"3 Курсор вверх
1520 ?AT(7%,8%)"- Курсор вниз"
1530 ?AT(7%,10%)"C Выбор текущего цвета"
1540 ?AT(7%,11%)"9 Переход в граф. режим"
1550 ?AT(7%,12%)"8 Переход в цифр. режим"
1560 ?AT(7%,15%)"<Пробел> Фиксация точки "
1570 ?AT(7%,18%)"< Ввод > Выход в главное"
1580 ?AT(16%,19%)"меню"
1590 IF INKEY$="" THEN 1590 ELSE RETURN
1600 DATA &011500,&012701,&050077,&012702,
     &060000,&012703,&010,&012704
1610 DATA &0100,&05005,&06000,&0102001,
     &05305,&0110512,&060402,&0110512
1620 DATA &060402,&0110512,&060402,&05005,
     &06000,&0102001,&05305,&0110511
1630 DATA &060401,&0110511,&060401,&0110511,
     &060401,&05305,&01350,&05337
1640 DATA &0404,&05237,&0410,&0207
1650 DATA 5443%,4930%,5569%,214%,-27503%,
     32450%,135%
1660 DATA 4933%,4933%,5563%,6%,4420%,17860%,
     -4%,3205%
1670 DATA 3205%,3268%,26052%,326%,4868%,
     5569%,10%,5570%
1680 DATA 0%,4362%,26050%,64%,2753%,763%,
     26079%,2%
1690 DATA 302%,2752%,745%,135%,0%,21845%,
     -21846%,-1%
1700 DATA &012737,&0112021,&037626,&04537,
     &037606
```

```
1710 DATA &012700,&0431,&012701,&0650,&012702
1720 DATA &024,&0112120,&0112120,&0112120,
     &0112120,&03720,&05302,&01371
1730 DATA &012700,&0431,&061500,&010003,
     &012701,&0650,&012702,&024
1740 DATA &0112021,&0112021,&0112021,
     &0112021,&05720,&05302,&01371
1750 DATA &010300,&012701,&00.&012702,&024,
     &012703,&04,&0111104,&010405
1760 DATA &06304,&050504,&042704,&0125,
     &010405,&06204,&050504,&0140410
1770 DATA &0111005,&0112104,&060504,
     &0110420,&05303,&01360,&062701,&074
1780 DATA &05720,&05302,&01351
1790 DATA &012737,&0112120,&037626,&04537,
     &037606,&0207
1800 DATA &012700,&00,&012701,&0400,&012702,
     &034,&012703,&06,&00
1810 DATA &05303,&01375,&062700,&072,&05302,
     &01367,&0205
1820 DATA &011500,&012704,&0100,&0163704,
     &037672,&012701,&00,&012702,&00
1830 DATA &012703,&00,&0112120,&05303,&01375,
     &060400,&060401,&05302,&01367,&0207
1840 DATA &012570,&040206,&040206,&035272,
     &00,&057774,&020006,&020006,&057774,&00
1850 DATA &052536,&020406,&025656,&020122,
     &012,&052400,&022102,&07070,&052724,
     &025252
1860 DATA &052524,&035252,&03011,&01440,
     &077724,&00,&024024,&045256
1870 DATA &056526,&045256,&024024,&00,
     &036532,&060206,&060206,&037772,&00
1880 DATA &052574,&040606,&040606,&037372
1890 GOSUB 1250
1900 GOSUB 810
1910 C%=1%
1920 R%=0%
1930 ?AT(0%,3%)"АДРЕС:*1 СЛОВО 2 СЛОВО 3 С
     ЛОВО "
1940 ? AT(0%,22%)"Цвет:"
1950 GOSUB 1380
1960 TA%=&040000
1970 GOSUB 910
1980 X%=0%
1990 Y%=0%
2000 L%=1
2010 LOCATE X%+7%,Y%+4%,L%
2020 I$=INKEY$
2030 IF I$<>CHR$(8%) THEN 2100
2040 IF X%>0% THEN 2090
2050 IF (TA% MOD 64%)=0% THEN 2820
2060 TA%=TA%-2%
2070 GOSUB 910
2080 GOTO 2820
2090 X%=X%-1%
2100 IF I$<>CHR$(25%) THEN 2180
2110 IF X%<23% THEN 2160
2120 IF (TA% MOD 64%)=58% THEN 2820
2130 TA%=TA%+2%
2140 GOSUB 910
2150 GOTO 2820
2160 X%=X%+1%
2170 GOTO 2820
2180 IF I$<>CHR$(26%) THEN 2250
2190 IF Y%>0% THEN 2240
2200 IF TA%<&037500 THEN 2820
2210 TA%=TA%-64%
2220 GOSUB 970
2230 GOTO 2820
2240 Y%=Y%-1%
2250 IF I$<>CHR$(27%) THEN 2320
2260 IF Y%<17% THEN 2310
2270 IF TA%>&043000 THEN 2820
2280 TA%=TA%+64%
2290 GOSUB 970
2300 GOTO 2820
2310 Y%=Y%+1%
2320 IF I$<>CHR$(32%) OR R%=1% THEN 2430
2330 X1%=TA%+Y%*64%+(X%\3%)*2%
2340 X2%=4%^(X% MOD 8%)
2350 X3!=3!*X2%
2360 X2!=(4!-C%)*X2%
2370 IF X3!>32767% THEN X3%=X3!-65536!
     ELSE X3%=X3!
2380 IF X2!>32767% THEN X2%=X2!-65536!
     ELSE X2%=X2!
2390 OUT X1%,X3%,0%
2400 OUT X1%,X2%,4%-C%
2410 LOCATE 0%,0%,0%
2420 GOSUB 1030
2430 IF I$<>CHR$(10%) THEN 2600
2440 TT%=0%
2450 GOSUB 910
2460 TT%=-1%
2470 LOCATE 0,0,0
2480 ?AT(0%,23%)"Включить п/п 'СПР' в ОЗУ? (
     Д/Н)";
2490 I$=INKEY$
2500 IF I$<>CHR$(&0144) AND I$<>CHR$(&0104)
     THEN 2580
2510 RESTORE 1700
2520 FOR I%=&037400 TO &037712 STEP 2%
2530 READ A%
2540 POKE I%,A%
2550 NEXT I%
2560 ? AT(0%,23%);STRING$(31%,32%);
2570 RETURN
2580 IF I$=CHR$(&0156) OR I$=CHR$(&0116)
     THEN 2560
2590 GOTO 2490
2600 IF I$<>CHR$(99%) AND I$<>CHR$(67%)
     THEN 2630
2610 IF C%=4% THEN C%=1% ELSE C%=C%+1%
2620 GOSUB 1380
2630 IF I$<>CHR$(56%) THEN 2660
2640 R%=1%
2650 GOSUB 970
2660 IF I$<>CHR$(57%) THEN 2690
2670 R%=0%
2680 GOSUB 970
2690 IF I$<CHR$(48%) OR I$>CHR$(55%) OR
     R%=0% THEN 2820
2700 X1%=6%-(X% MOD 8%)
2710 X2%=TA%+Y%*64%+(X%\8%)*2%
2720 IF X1%=6% OR X1%=-1% THEN 2820
2730 IF X1%=5% THEN 2770
2740 OUT X2%,7%*8%^X1%,0%
2750 OUT X2%,VAL(I$)*8%^X1%,1%
2760 GOTO 2800
```

```
2770 IF I%>CHR$(49%) THEN 2820
2780 OUT X2%,&O100000,0%
2790 OUT X2%,&O100000,VAL(I$)
2800 I$=I$
2810 GOTO 2110
2820 L%=1%-L%
2830 GOSUB 1350
2840 GOTO 2010
2850 FOR I%=&O400 TO &O506 STEP 2%
2860 READ A%
2870 POKE I%,A%
2880 NEXT I%
2890 DEF USR8=&O37646
2900 DEF USR9=&O400
2950 GOSUB 2510
2960 RESTORE 1840
2970 POKE &O37666,24%
2980 POKE &O37672,1%
2990 FOR I%=0% TO 40%
3040 READ A%
3050 A%=USR9(A%)
3060 FOR J%=1% TO 100%
3070 NEXT J%,I%
3080 FOR I%=0% TO 22%
3081 FOR J%=0% TO 41%
3085 POKE &O37662,24616%+I%-J%
3090 A%=USR8(24617%+I%-J%)
3095 POKE &O37662,20503%-I%+J%
3100 A%=USR8(20502%-I%+J%)
3105 NEXT J%,I%
3110 COLOR 2%
3115 ? AT(13%,22%)"=LOD="
3200 IF INKEY$="" THEN 3200
3205 RETURN
```

ЧИНО АН СССР ЧКАЭ

Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации АН СССР, Совет по автоматизации научных исследований при Президиуме АН СССР и Информационно-коммерческое Агенство Инновационного объединения АН СССР совместно с МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского проводят 14-20 апреля 1991 г. семинар-выставку-ярмарку

"Автоматизация научных экспериментов на основе перспективных информационных технологий"

В семинаре-выставке-ярмарке примут участие

-ведущие отечественные специалисты;

- зарубежные специалисты из Германии, Голландии, Польши и других стран;

- иностранные и советские фирмы, совместные предприятия.

Организуется 20-часовой цикл лекций по следующей тематике:

тенденции развития работ по автоматизации научных исследований, применение методов искусственного интеллекта в системах автоматизации эксперимента (САЭ) на всех стадиях жизненного цикла, развитие технических и программных средств САЭ, локальные сети в САЭ, обработка изображений, методы обработки и анализа экспериментальных данных.

Кроме этого планируется:

- демонстрация новейших разработок в области САЭ, их компонентов и инструментальных средств;
- консультации пользователей;
- экспертиза проектов;
- круглый стол;
- информация ведущих зарубежных и отечественных фирм о возможностях приобретения и заказа САЭ и их компонентов.

Планируется издание материалов семинара.

Организаторы семинара-выставки-ярмарки будут способствовать установлению научных и коммерческих связей между участниками. Заинтересованные организации могут выступить в качестве спонсоров.

Семинар ориентирован на работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, преподавателей, аспирантов и студентов ВУЗов.

Место проведения семинара — кофортабельная гостиница АН СССР "Узкое", расположенная в зеленой зоне Москвы.

Оплата проживания в гостинице в стоимость участия в семинаре не входит.

Всю интересующую вас информацию можно получить по телефонам: 443-49-00, 928-21-85.

Графические возможности БК0010 на аппаратном уровне (подключение мониторов, разнообразные технические средства) в совокупности с программным общением с графикой на уровне АССЕМБЛЕРа и с богатым набором существущих сервисных графических программ — необходимый электронный инструментарий программиста.

А.М.Надежин

Графические средства БК0010

Несомненно БК0010(-01) сейчас является самым распространенным и доступным домашним компьютером в нашей стране. Ведь он единственный из бытовых компьютеров (не считая довольно дорогих УК-НЦ и МС-1502), который оснащен 16-разрядным микропроцессором.

Пользователей привлекают в БК и его графические средства. БК0010 имеет четырехцветную графику с достаточно большим разрешением, что приближает его по графическим возможностям к IBM PC с графическим контроллером CGA компьютера IBM PC.

Графический экран БК имеет формат 512x256 точек в черно-белом режиме и 256x256 точек в цветном режиме. Большая скорость вывода на экран и удобство работы с графикой достигнуто за счет использования в качестве видеопамяти части ОЗУ, расположенного в основном адресном пространстве процессора. В цветном режиме возможно отображение четырех цветов (черный, красный, зеленый, синий) или трех градаций яркости на черно-белом мониторе.

Для подключения монитора у БК имеется два разъема "ТВ" и "ЦТВ". На первом формируется черно-белый полный видеосигнал, на втором — три цветовых видеосигнала "R","G","B" и синхросмесь. Удовлетворительное качество отображения графической информации в формате 512x256, и текста в формате 64 символа в строке возможно только при подключении черно-белого монитора к разъему "ТВ". Это связано с тем, что цветной и черно-белый режимы работы экрана переключаются не программно, а чисто аппаратно. Для этого подключают монитор к одному из разъемов "ТВ" либо "ЦТВ". Поэтому для получения удовлетворительного качества изображения в черно-белом режиме на цветном мониторе можно подключить один из его цветовых каналов к выходу "ТВ". Лучше всего подключить зеленый канал, так как этот цвет наиболее приятен для глаз. Для того, чтобы цветной монитор мог работать с БК и в цветном и в монохромном режиме можно собрать простейшую схему приведенную на рис.1. В качестве переключателя режима можно использовать кнопочный переключатель типа П2К с фиксацией в нажатом положении.

У владельцев черно-белых мониторов возникает другая проблема — в цветном режиме синий и зеленый цвета отображаются одинаково, поэтому некоторые детали цветного изображения практически неразличимы. Для решения этой проблемы можно собрать схему, приведенную на рис.2. В нижнем по схеме положении переключателя черно-белый монитор работает в псевдоцветном режиме, когда на экране цвета

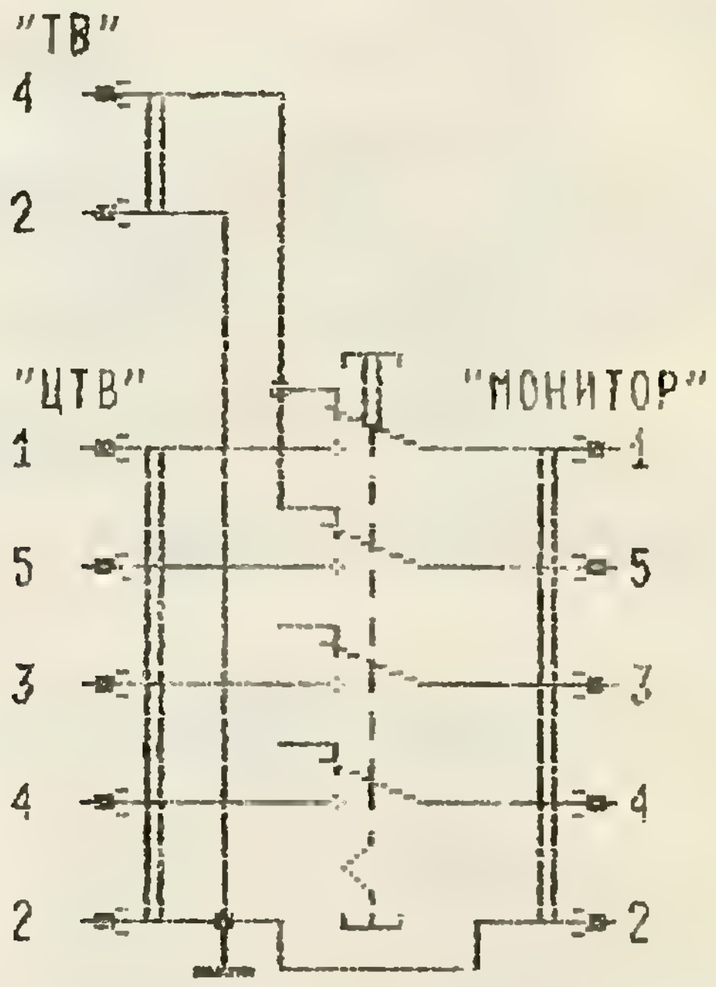


Рис.1

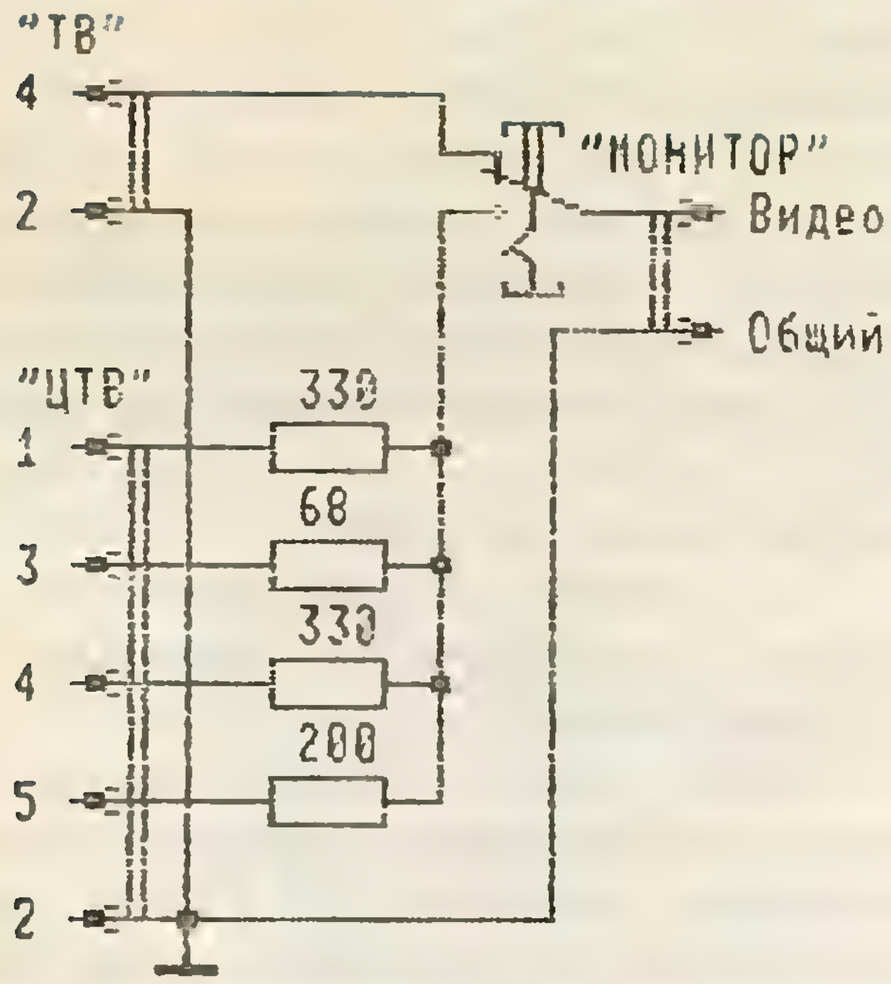


Рис.2

отображаются четырьмя градациями яркости. Нужный уровень яркости для каждого цвета, а также устойчивость синхронизации можно установить подбором соответствующих резисторов. В этой схеме предусмотрена возможность переключения на обычный черно-белый режим из-за того, что мелкий шрифт в псевдоцветном режиме плохо различим.

Теперь поговорим о графических возможностях БК с точки зрения программиста, работающего на языке ассемблера. У БК существует регистр, управляющий работой экрана, в описании он называется регистром смещения. Восьмеричный адрес этого регистра 177664. Девятый разряд регистра управляет режимом отображения на экране (в описании — режим расширенной памяти). При записи в этот разряд "1" в адресном пространстве компьютера экран занимает восьмеричные адреса 40000-77777; при записи "0" адреса 70000-77777, в этом режиме работает 1/4 часть экрана и адреса 40000 — 67777 предоставлены пользователю. Первые восемь разрядов регистра смещения управляют работой аппаратного скроллера. С помощью этих разрядов можно заставить БК сдвигать вверх или вниз изображение, находящееся на экране. При сдвиге вниз все изображения сдвигается, а последняя строка изображения становится первой, аналогично при сдвиге вверх первая строка станет последней. По значению младшего байта регистра смещения устанавливается, с какого адреса экранного ОЗУ, будет осуществлятся вывод на экран. В исходном состоянии в регистр записывается число 1330, при этом адресу 40000 соответствует левый верхний угол экрана. Каждая строка экрана представляется 64 байтами.

С точки зрения программиста существуют два режима работы с экраном: черно-белый (512x256) и цветной (256x256). В режиме 512x256 точка кодируется одним битом, причем младшему биту соответствует самая левая точка из восьми, представляемых байтом. Таким образом, чтобы загорелась крайняя левая верхняя точка на экране нужно записать по адресу 40000 байт 1, а байт 200 записанный по этому адресу вызовет появление в первой строке экрана восьмой точки слева. Девятой же точке в первой строке будет соответствовать байт 1, записанный по адресу 40001.

В цветном режиме каждая точка кодируется двумя битами, в которых задается один из четырех возможных цветов.

В драйвере ТВ-монитора БК имеются два системных прерывания EMT 30 и EMT 32, предназначенные для рисования на экране точки и отрезка, однако почти всегда предпочтительней работать непосредственно с экранным ОЗУ, так как упомянутые функции драйвера ТВ-монитора работают очень медленно. Существует также режим "текстовой графики", управляемый выдаваемыми на экран с помощью EMT16 или EMT20 управляющими кодами. К сожалению этот режим практически не приемлем из-за большого объема памяти, расходуемого на хранение управляющих кодов, неудобства кодирования графических изображений и малой скорости вывода на экран.

Необходимо отметить, что для серьезного использования графических возможностей недостаточно зна-

ния принципов организации графики БК, нужны еще и сервисные программы. Точно так же, как и для программирования на ассемблере недостаточно знания машинных кодов — нужна еще программа-транслятор (хотя есть еще люди, программирующие непосредственно в машинных кодах, и рисующие картинки на бумаге в клеточку с последующим ручным переводом их в восьмеричные числа).

За семь лет существования БК создано большое количество программ, облегчающих жизнь программисту, работающему с графикой. Первой такой программой был графический редактор О.Туйкина ГРЕДО, написанный в марте 1987 года и позволяющий с помощью "линзы" (увеличенного участка изображения) создавать изображения и записывать их на магнитофон в удобном формате, в последующем ставшем для БК стандартом (первое слово содержит количество байт в строке, второе слово — количество строк, далее следуют графические данные построчно). После ГРЕДО было создано большое количество графических редакторов, позволяющих в удобной форме создавать и редактировать графические изображения. Для создания мелких изображений (например спрайтов в игровых программах) наиболее удобны графические редакторы московского программиста А.В.Бакерина — GREDIT (V003) и MULTIPAINT, созданные осенью 1988 года. Половину экрана во время работы этих программ занимает графическая линза, в которой в увеличенном виде воспроизводится участок экрана вокруг курсора. Степень увеличения линзы может изменяться. Редакторы позволяют:

- работать в черно-белом и в цветном режимах, кроме того MULTIPAINT имеет восьмицветный режим работы при котором дополнительные цвета формируются из сочетания основных;
- рисовать линии, прямоугольники, заливать замкнутые участки;
- хранить в буфере до девяти изображений одновременно;
- инвертировать изображение, переворачивать его по осям X и Y;
- выводить на экран текст с помощью знакогенератора ПЗУ монитора и внутреннего знакогенератора, шрифты которого можно редактировать и хранить на магнитной ленте в виде отдельного файла;
- считывать и записывать изображения в стандартном формате редактора ГРЕДО.

В 1989 году А.В.Бакериным был создан ныне весьма популярный графический редактор БК-PAINT, предназначенный в основном не для программистов, а для простых пользователей БК. Вид экрана при работе редактора, основные режимы его работы и типы шрифтов показаны на рис.3 Существуют три модификации редактора: P1.0K, P1.0M и P1.0J управляемые соответственно клавиатурой, мышью и джойстиком. Для класса КУВТ-86 существует версия редактора PAINT.BIN, распространяемая в пакете "Альтернатива" барнаульской фирмой АЛТ, поддерживающая работу с локальной сетью и имеющая универсальное управление (мышь или клавиатура). По идеологии редактор близок к графическим редакторам IBM-совместимых машин — редактор не имеет каких-либо команд набираемых с клавиатуры, а управляется с помощью пиктограмм и "выпадающих" меню. Редактор имеет 24 псевдоцвета, 4 толщины линий, 2 типа шрифта при 9 размерах каждого типа, 20 типов кистей. Основные режимы редактора:

- линза — при нахождении курсора в определенной, заранее установленной части изображения на экране появляется лупа с изображением, увеличенным в 2 раза;
- мусорная корзина — отмена промежуточной фазы команды;
- ножницы — перенос или удаление части изображения;
- копирование — дублирование части изображения;
- звездочка — размазывание изображения;
- буква "А" — печать текста;

- ведро — закрашивание замкнутой области;
- пульверизатор — "напыление" точек;
- кисть — рисование установленной кистью;
- карандаш — рисование установленной толщиной линии белым цветом;
- ластик — стирание части изображение;
- ломаная — рисование линий, конец которых является началом для последующих;
- вертикальная или горизонтальная линия;
- пустой прямоугольник;
- закрашенный прямоугольник;
- окружность;
- круг;
- установка толщины линии;
- установка текущего цвета;
- установка шага перемещения курсора от мыши;
- чтение файла;
- запись файла;
- чтение спецалфавита;
- инверсия изображения;
- печать изображения;
- очистка экрана;
- выход из редактора;
- установка типа кисти;
- установка типа шрифта и его размера.

Предусмотрена печать изображения на принтере, совместимом с robotron CM 6329. Однако у этого редактора есть несколько существенных недостатков: отсутствие цветного режима работы, некорректная программа печати, искажающая соотношение сторон изображения, неудобный и нестандартный формат хранения изображения на магнитной ленте (рисунок записывается в пять последовательно идущих файлов), нерациональное использование кнопок мыши (кнопки задублированы).

Далее будут кратко описаны достоинства отдельных графических редакторов:

- графический редактор москвича В.Савина ГРАФРЕД имеет линзу размером во весь экран;
- графический редактор ленинградца В.Маркова SCREDIT позволяет производить с изображениями сложные математические преобразования — масштабирование, изменение цвета, поворот;

Рис.3

- редактор казанского программиста Н.М.Саттарова GRAF1;2 (кстати говоря подробно описанный самим автором в восьмом номере "Вычислительной техники" за этот год) позволяет создавать библиотеку графических элементов и выводить их под одним из четырех углов с изменением масштаба, что удобно при рисовании электрических схем (схемы этой статьи созданы с помощью редактора GRAF1;2).

Дополнительное приемущество редактора GRAF1;2 в очень компактном формате хранения изображений (в памяти и на МЛ хранятся не сами изображения, а способы их построения). По идеологии редактор GRAF1;2 близок к графическому редактору GRAF Д.Муратова, работающему на ДВК-3.

Отдельную группу составляют программы, позволяющие найти в готовых программах закодированные графические изображения и отредактировать их (SCOPE (SG-EDITOR) ABHcorp.) или записать их в файл в стандартном формате, который можно отредактировать например с помощью редактора MULTIPAINT и вставить обратно в программу (FINDER москвича М.Л.Лифанцева).

Существуют также и другие программы работы с графикой:

- программа KOMP2 В.А.Бабкина позволяет сжимать графические изображения, создавая таблицу повторяющихся элементов изображения и записывать их на магнитофон в виде файла содержащего упакованное изображение и подпрограмму ее распаковки. Сжатие может достигать 75%;

- программа GRAFIX, написанная автором этой статьи позволяет во время работы других программ распечатывать графический экран на принтере, совместимом с robotron CM 6329.

Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме "Математическое моделирование", Международный компьютерный клуб, Учебно-научный Центр математического моделирования при Правлении общества "Знание" РСФСР, Информационно-коммерческое Агенство Инновационного объединения АН СССР совместно с Московским Домом научно-технической пропаганды им. Ф.Э.Дзержинского и Общественно-политическим Центром МГК и МК КПСС проводят в 1991 году постоянно-действующий международный семинар

"Компьютеры и геометрическое мышление"

В рамках семинара запланированы демонстрации новейших разработок, цикл лекций и докладов, рассчитанный на 40 часов и двухдневная выставка-ярмарка "Программные средства машинной графики и геометрии", организованы встречи и консультации с разработчиками. Планируется издание трудов семинара.

К участию в заседаниях семинара и выставке-ярмарке будут привлекаться ведущие отечественные и зарубежные специалисты в области компьютерной графики и геометрического моделирования, советские организации, совместные предприятия и иностранные фирмы.

Организаторы семинара будут способствовать установлению научных и коммерческих связей между участниками. Заинтересованные организации могут выступить в качестве спонсоров.

Семинар ориентирован на работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов вузов и техникумов, специалистов в области архитектурного проектирования, дизайна, полиграфии и компьютерного искусства.

Иногородным участникам предоставляются места в гостинице.

Желающие принять участие в семинаре могут получить необходимую информацию по телефонам:
443-49-00, 928-21-85

ЦИНО АН СССР
ЦКА

Нам пишут

В.А.Шаповалов
(г.Йошкар-Ола)

Графика БЕЙСИКа

В рубрике "БК за рога" неоднократно печатались просьбы читателей журнала о публикации материалов по применению Вильнюсского БЕЙСИКа для программ на АССЕМБЛЕРе.

Предлагаю Вам методы использования графики БЕЙСИКа для программ пользователя, написанных на языке АССЕМБЛЕРа.

1. Закрашивание области экрана, ограниченной точками заданного цвета.

```
MOV # X, — (Sp)
MOV # Y, — (Sp)
MOV # COLOR, — (Sp)
MOV # LIM.COLOR, — (Sp)
TST — (Sp)
MOV # ADDR., — (Sp)
TST — (Sp)
JMP @ # 125656
```

X,Y — координаты точки, с которой начинается закраска.

COLOR — код цвета закраски (221 — 224).

LIM.COLOR — код цвета ограничивающих точек (221 — 224). Ограничивающими точками являются еще и точки цвета закраски.

ADDR. — константа, являющаяся адресом ячейки, в которой содержится адрес выхода из программы.

При выполнении этой программы происходит обнуление 2134.

Программа активно использует стек. Размер стека при закраске сложной фигуры может превышать 3 кбайта.

2. Черчение Эллипса.

```
MOV # X, — (SP)
MOV # Y, — (SP)
MOV # RAD, — (SP)
MOV # COL, — (SP)
MOV  2(SP), — (SP) Ввод координат
ADD  10(SP), (SP)  начала
MOV  6(SP), — (SP) дуги
MOV  6(SP), — (SP) Ввод координат
ADD  14(SP), (SP)  конца
MOV  12(SP), — (SP)дуги
MOV # KY, — (SP)
MOV # KX, — (SP)
MOV @ # 214, -(SP)
MOV # ADDR, — (SP)
TST — (SP)
JMP @ # 127350
```

X,Y — координаты центра эллипса.

RAD — радиус эллипса (равен размеру большой полуоси).

COL — цвет.

КУ,КХ — коэффициенты сжатия по Х и У (обычно равны длине полуосей, но при черчении эллипсов больших диаметров должны быть пропорционально уменьшены во избежание сбоя программы)

ADDR — константа, являющаяся адресом ячейки, в которой содержится адрес выхода из программы.

При использовании данной программы чертится полный эллипс. Если вы хотите начертить дугу, то немного измените программу, задав координаты начала и конца дуги.

Заключение рецензента

1. Использование графической подпрограммы БЕЙСИКа БК0010.01 для закрашивания области экрана, ограниченной контуром заданного цвета, в программах, написанных в кодах или на АССЕМБЛЕРе, позволяет программисту экономить ОЗУ для других нужд.

В особенности предлагаемой подпрограммы относится способ организации перехода к графической подпрограмме с помощью безусловной передачи управления. Необычны и коды цвета 221_8 — 224_8, отличающиеся от стандартной кодировки. Код 221 соответствует стандартному цвету переднего плана в БЕЙСИКе.

2. Использование графической подпрограммы БЕЙСИКа для рисования эллипса в программах, написанных в кодах или на АССЕМБЛЕРе, позволяет экономить ОЗУ для других нужд и существенно расширяет графические возможности кодовых программ.

Л.Н.Жариков

М 38 **Машинная графика и геометрия**. — М.: Знание, 1991. — 48 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. "Вычислительная техника и ее применение"; № 1).

ISBN 5-07-001871-х

35 к.

Этот выпуск открывает серию статей по машинной графике и геометрии. Читатели познакомятся с аппаратным и программным обеспечением автоматизированного рабочего места графика; с некоторыми практическими рекомендациями и советами из области графического компьютерного дизайна.

Материал рассчитан на широкий круг читателей.

2404000000 **ББК 32.97**

ТЕМА *СЛЕДУЮЩЕГО* **НОМЕРА:**

РАДИО-ЭЛЕКТРОНИКА И СВЯЗЬ

ТЕЛЕВИДЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

HANDHELD

(О самых малых)

МАТЕМАТИКА КИБЕРНЕТИКА

ПРЕМИЯ ФИЛДСА

Научно-популярное издание

МАШИННАЯ ГРАФИКА И ГЕОМЕТРИЯ

Гл.отраслевой редактор *Г. Г. Карвовский*
Редактор *Б. М. Васильев*
Мл.редактор *Н. А. Васильева*
Художник *В. Н. Конюхов*
Худож.редактор *И. А. Емельянова*
Техн.редактор *Т. В. Луговская*
Корректор *В. И. Гуляева*

ИБ № 11580

Подписано к печати 20.12.90. Формат бумаги 70x100$^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Печать офсетная.Усл.печ.л.3,90. Усл.кр.-отт.8,45.Уч.-изд.л.5,11. Тираж 48508 экз. Заказ 1863. Цена 35 коп. Издательство "Знание". 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова,д.4. Индекс заказа 914701. Отпечатано с оригинал-макета издательства "Знание" на ордена Трудового Красного Знамени Тверском полиграфическом комбинате Государственного комитета СССР по печати. 170024, г.Тверь, пр.Ленина,5.

Цена 35 коп.

Индекс 70195

Адрес подписчика:

Издательство «Знание»

Подписная научно-популярная серия

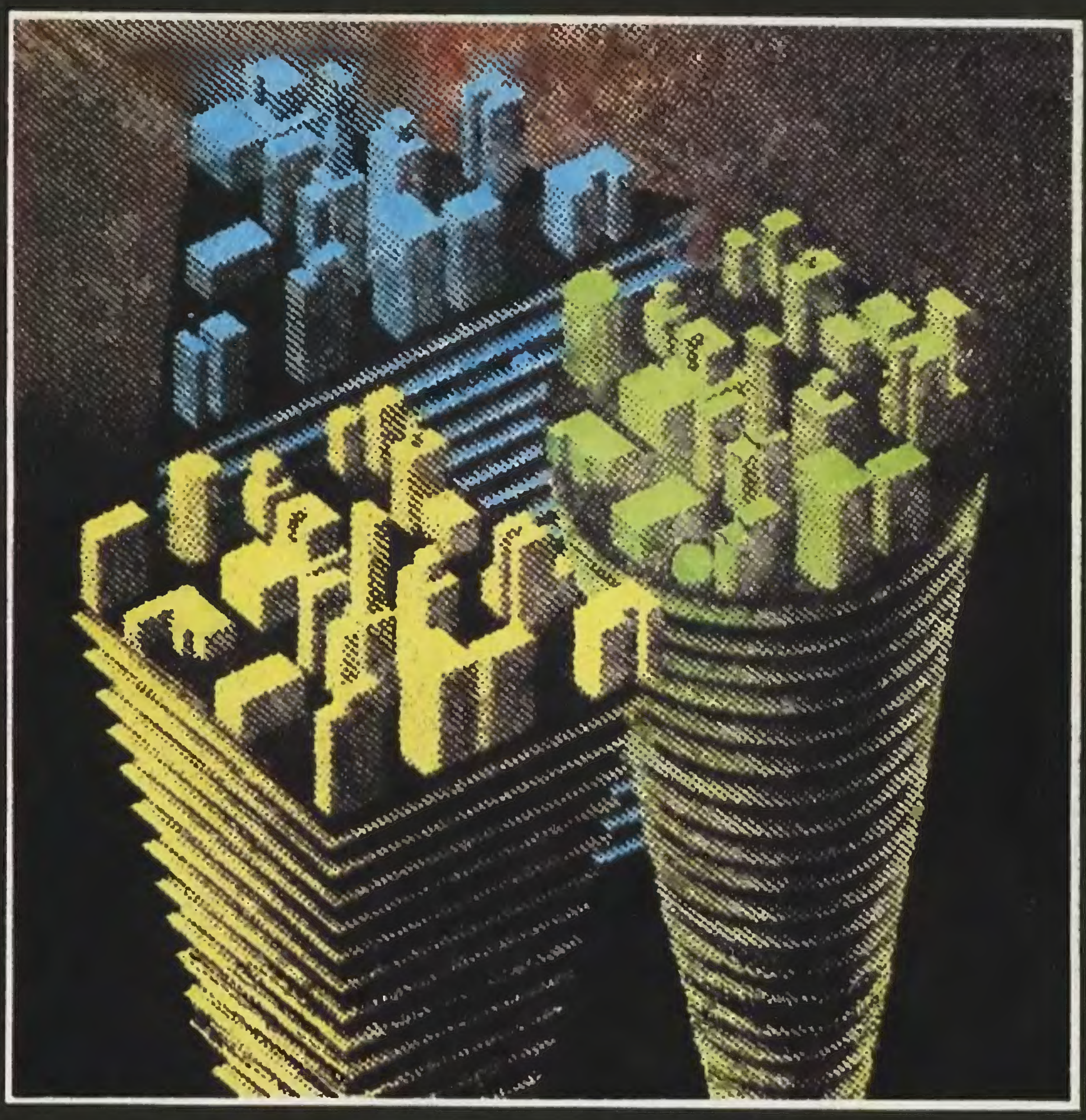
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Как много мы знаем и как мало понимаем.

А. Эйнштейн

Мы столь радикально изменили нашу среду, что теперь, для того чтобы существовать в этой среде, мы должны изменить себя.

Норберт Винер



Наш адрес:
101835,
Москва,
Центр,
проезд
Серова,4